Oecon.
1242
k

KARL MICHEL

Lehrbuch der Bierbrauerei

3.

Theorie und Praxis des Braugewerbes

Oct. 8° 1242 K Michel

Lehrbuch der Bierbrauerei

nach dem

neuesten Standpunkte der Wissenschaft und Praxis

unter Zugrundelegung eigener Versuche und Erfahrungen

von

Carl Michel

Direktor der Münchener praktischen Brauerschule.

Band III.

Theorie und Praxis des Braugewerbes.

MÜNCHEN 1883.

Verlag der Münchener praktischen Brauerschule.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorwort.

Ich übergebe hiemit den dritten Band meines Werkes der Oeffentlichkeit, mit dem Wunsche, der Leser möge daraus die Ueberzeugung gewinnen, dass die Wissenschaft der Leitstern der Praxis ist.

Leider wird diese Wahrheit von dem grössten Theil der Brauer zu wenig gewürdigt und nicht selten wird die Wissenschaft von dem nur praktisch gebildeten Brauer als ein für das Gewerbe nutzloses Studium angesehen. Es ist schwer, ja unmöglich, solche Leute, die ja immerhin tüchtige Geschäftsleute sein können, und in der That auch gute Erfolge aufzuweisen haben, für die Wissenschaft zu gewinnen und noch schwerer ein Werk zu schreiben, das den Empiriker ebenso befriedigt, wie den wissenschaftlich gebildeten Brauer. Es giebt viele Dinge in unserm Gewerbe, die weder mit der Schaufel in der Hand, noch am Braukessel oder im Gährkeller erlernt werden können, sondern die eine gewisse wissenschaftliche Bildung voraussetzen, ohne welche es überhaupt unmöglich ist, so viel sich die Wissenschaft auch bestrebt, populär zu schreiben, dem Unvorbereiteten die Processe in fasslicher Sprache vorzutragen.

Wenn desshalb nicht alles so gemeinverständlich gehalten werden kann, als dies zur Auffassung für den Empiriker nöthig wäre, so liegt die Ursache in dem ebenerwähnten Umstande und möge hierin der Gewerbetreibende eine Aufmunterung finden, durch Fleiss und Ausdauer sich mehr wissenschaftliche Kenntnisse anzueignen, und insbesondere das Opfer nicht zu scheuen, sich durch den Besuch einer Brauerschule diejenigen Kenntnisse zu erwerben, die denselben, aus dem dunklen Chaos der Empirie zum Lichte der Wissenschaft und zur Erkenntniss der Wahrheit emporheben.

Die Lust zum wissenschaftlichen Studium greift indess nur langsam um sich, so dass immerhin noch der grössere Theil der Brauereibeflissenen sich mehr der Neigung hingiebt, die Bierfabrikation nach mechanisch erlernten Handgriffen und nach empirischen Anweisungen und Rezepten zu vollziehen.

Balling sagt: Der blos praktische Bierbrauer kennt nur die empirischen Regeln und Vorschriften des Verfahrens, aus Getreide Bier zu erzeugen; er ist allein darauf beschränkt, vom Zufalle beherrscht, und jedes Ereigniss in seinem Gewerbsbetriebe, das ausserhalb der Grenzen seines empirischen Wissens liegt, muss ihn in Verlegenheit setzen und ist geeignet, Misslingen und Verderbniss seines Produktes zu bewirken.

Der mit den nöthigen wissenschaftlichen Kenntnissen ausgerüstete und auch die praktische Fertigkeit besitzende Brauer, sucht die Ursache für die Vorgänge in der Brauerei festzustellen und auf den richtigen Grund zurückzuführen; er wird daher selten bei eintretenden Unregelmässigkeiten in Verlegenheit gerathen, da ihm die Wissenschaft die Mittel an die Hand gibt, diesen vorzubeugen oder dieselben anderseits zu beseitigen. Zur Sicherung des Erfolges ist es daher angezeigt, die Brauerei nicht blos empirisch zu betreiben, sondern auch die Errungenschaften der Wissenschaft dabei zu benützen.

Mich der Hoffnung hingebend, dass es mir gelungen ist, durch Herausgabe meines Werkes strebsamen intelligenten Bierbrauern einen Dienst geleistet zu haben, möge auch dieser Band freundliche Aufnahme und nachsichtige Beurtheilung finden.

München, im Januar 1883.

Der Verfasser.

Technologie.

Bei der Herstellung von Malz und Bier kommen physikalische und chemische Processe zur Anwendung. Im ersteren Falle wird man nur die Form, im zweiten Fall auch die stoffliche Beschaffenheit der Körper ändern.

Wir haben zwei Hauptabtheilungen der Technologie, d. i. die Lehre von der Praxis und der Theorie des Braugewerbes, zu besprechen. Die eine Abtheilung betrifft die Lehre von der Mechanik, die andere die Lehre von der Chemie.

Die erste Abtheilung beschreibt hauptsächlich die Maschinen und Apparate der Brauerei und zerfällt in die mechanische und vergleichende Technologie. Sie behandelt die Beschreibung der Werkzeuge und Maschinen im Allgemeinen, sowie die Beurtheilung der Leistungsfähigkeit, des Kraftaufwandes den sie erfordern, die Haltbarkeit und Zerbrechlichkeit. Die zweite Abtheilung umfasst die Lehre von den Rohstoffen, von der Erzeugung des Malzes, der Würze und des Bieres, sowie die Pflege, Aufbewahruug und Conservirung desselben bis zum Consum.

Bei der Schilderung dieser Manipulationen kann man zwei Wege verfolgen; sie geschieht entweder indem man eine genaue Beschreibung der nach einander folgenden Operationen gibt, welche die Herstellung der Produkte erfordert, ohne weiteren Nachweis zu geben, aus welchem Grunde diese Manipulationen gemacht werden müssen, (man bezeichnet diese Beschreibung der Bierfabrikation mit: Empirische Technologie), oder, indem man neben der Beschreibung der nöthigen Operationen auch noch eine wissenschaftliche Begründung und Erklärung der sich dabei vollziehenden Processe gibt. Die letztere Art ist die rationellere und wird mit „chemischer Technologie“ bezeichnet, sie beschreibt die Ursachen, weshalb die verschiedenen Operationen vorgenommen werden müssen, die Veränderungen, welche die verarbeiteten Substanzen erleiden, die Erfolge, welche man dabei erzielt, und die Zusammensetzung, welche die verschiedenen Produkte besitzen, die Erkennung der Krankheiten des Bieres, sowie Verhütung und theilweise Heilung kranker Biere.

Indem wir bereits im Band II die verschiedenen Stoffe, welche bei der Bierbereitung in Anwendung kommen, besprochen haben, können wir auf die Beschreibung der Darstellung des Malzes, der Würze und des Bieres übergehen, und schicken zunächst als Einleitung das Nöthigste über die Pilze, Theorie der Keimung der Samen und über Gährung voraus, wobei wir auf die in Band II S. 171 dieses Werkes über Morphologie und Physiologie der Pilze gegebenen allgemeinen Gesichtspunkte verweisen.

Die für den Bierbrauer wichtigen Pilze sind:

I) Schimmelpilze, II) Brandpilze, III) Rostpilze, IV) Mehlthaupilze, V) Sprosspilze, VI) Spaltpilze.

I) Schimmelpilze.

v. Nägeli charakterisirt diese Organismen in seinem Buch „über die niederen Pilze und deren Beziehung zu den Infectionskrankheiten", wie folgt: Unter Schimmelpilze sind zu verstehen „jene fadenförmigen von blossem Auge oft kaum deutlich unterscheidbaren Pflänzchen, die sich auf alten Speisen und in feuchten Wohnungen nur zu häufig einstellen. Anfänglich treten sie als ein weisses zartes fädiges Geflecht (Mycelium) auf; nachher werden sie gelb, roth, grünlich, braun, schwarz und mehr oder weniger pulverig, indem sie zahllose winzige Samen bilden".

Eine engere Definition lässt sich von dieser Abtheilung der Pilze kaum geben, da die Schimmelpilze nach dem Stand unserer heutigen Kenntnisse keine natürliche in allen Phasen der Entwicklung mit einander übereinstimmende Gruppe von Pilzen bilden. Zu den Schimmelpilzen gehören z. B. einerseits Aspergillus und Penicillium, zwei unter sich nahe verwandte Pilzgattungen, die man in wissenschaftlichen Systemen heutzutage unter den Mehlthaupilzen aufführt, andererseits aber auch Mucor, der zu den Zygomyceten (Pilzen mit Zygosporen = Copulationssporen) zählt. So hat man viele unter sich nach ihrem ganzen Entwicklungsgang nicht übereinstimmende Gattungen zu den Schimmelpilzen gerechnet zu einer Zeit, wo man von den Wandlungen, die die meisten Pilze durchmachen, nichts wusste und dieselben nach der äussern Uebereinstimmung, die dieselben in gewissen Entwicklungsstadien darboten, zusammenwürfelte. Wir werden bei den folgenden Kapiteln sehen, welch' verschiedenartige Formen oft ein und derselbe Pilz im Lauf seiner Entwicklung annimmt (man nennt das Pleomorphismus = Mehrgestaltigkeit), wie er bald so bald anders fructificirt, und es wird nicht schwer sein, dort zu zeigen, dass das Wesen eines Pilzes und seine Verwandtschaft zu anderen nur bestimmt werden kann, wenn man seine Entwicklung von Anfang bis zu Ende verfolgt.

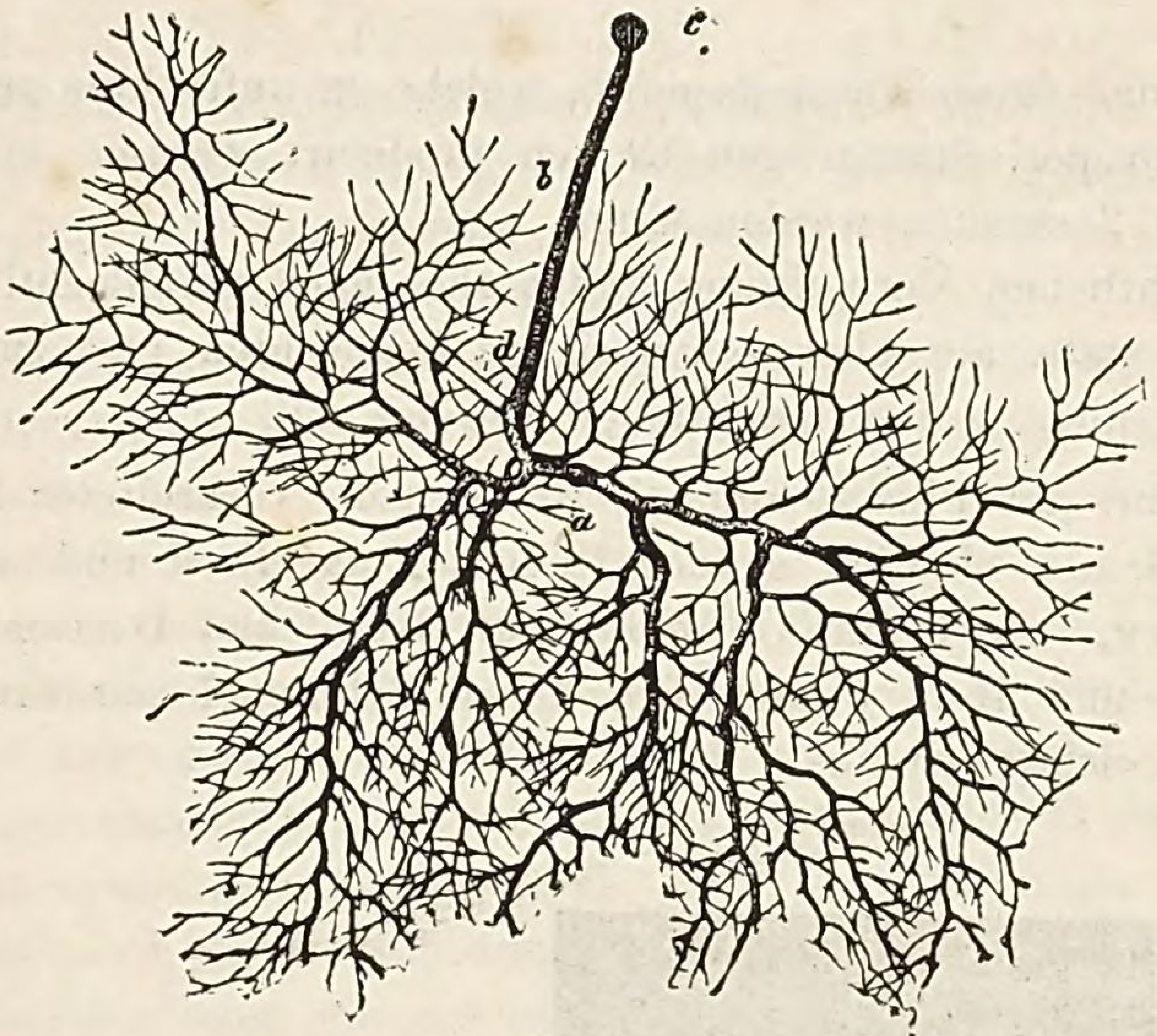
Dies ist der Grund, warum man heutzutage in wissenschaftlichen Lehrbüchern keine Gruppe „Schimmelpilze" mehr vorfindet. Wenn wir dieselbe hier gleichwohl beibehalten, so ist der Grund dafür derselbe, welcher auch v. Nägeli bewogen hat, sie aufzuführen, nämlich weil sich diese Pilze in physiologischer Beziehung, in ihrer Ernährung und Lebensweise, ziemlich ähnlich verhalten und ganz gut unter einem Capitel zusammenfassen lassen.

Die vorwiegendsten Repräsentanten der Schimmelpilze sind: Mucor, Aspergillus und Penicillium.

1. Mucor Mucedo, der Köpfchenschimmel, findet sich auf verwesenden Früchten, Brod, Fleisch, Hefe, Getreidekörnern und Malz, namentlich aber auf Pferdemist und bildet ein lockeres weisslich graues oder gelbbraunes Geflecht. Beistehende Figur 1a stellt das Mycelium (Fadengeflechte) dieses Pilzes dar, welches sich dadurch auszeichnet, dass es aus einer einzigen vielfach verzweigten Zelle besteht, nirgends durch Querwände abgetheilt ist.

Aus dem Pilzgewebe erhebt sich, wie Figur 1a zeigt, ein starker Ast, der mit einer kugeligen Anschwellung endigt. Letztere entwickelt sich zum Sporenbehälter (Sporangium) und bildet eine grosse Anzahl mikroscopisch kleiner elliptischer Körperchen, (Fig. 1b) welche die Fähigkeit haben, unter günstigen Umständen sofort wieder zu einem neuen dem Mutterorganismus ähnlichen Mycel auszuwachsen. Da der Bildung dieser Sporen kein Befruchtungsakt vorausgeht, nennt man diese Art von Fortpflanzung eine unge-

schlechtliche. Ausserdem aber kommt bei Mucor eine Art geschlechtlicher Fortpflanzung vor bei Bildung der sogenannten Zygosporen, welche durch Verschmelzung zweier aus dem Mycel durch Querwände abgeschnürter Protoplasmaportionen entstehen.



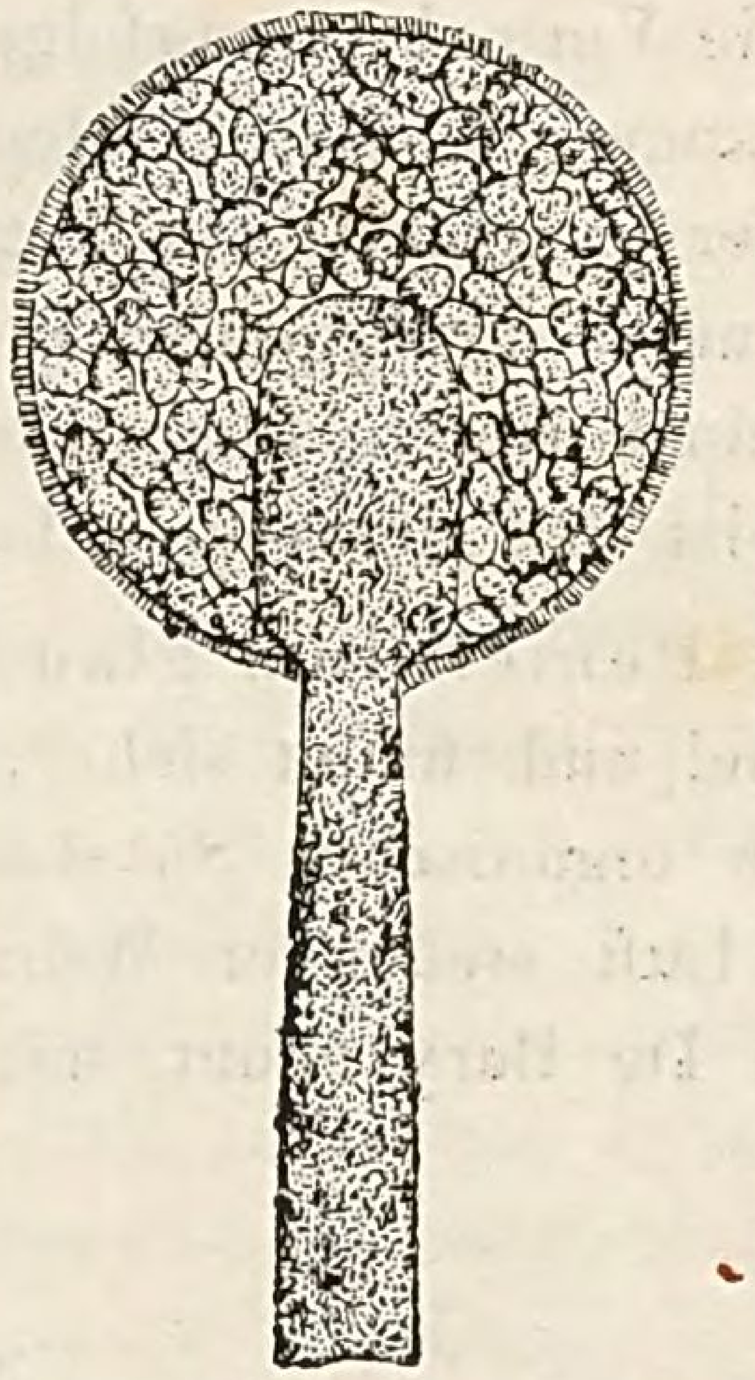


Fig.1b.

Fig. 1a.
Mycelium von Mucor Mucedo nach Thausing

Ausser dem Mucor Mucedo gibt es noch einige andere Arten der Gattung; so den Mucor racemosus und stolonifer, deren vegetative und Fortpflanzungsverhältnisse ganz ähnlich wie die beschriebenen sind.

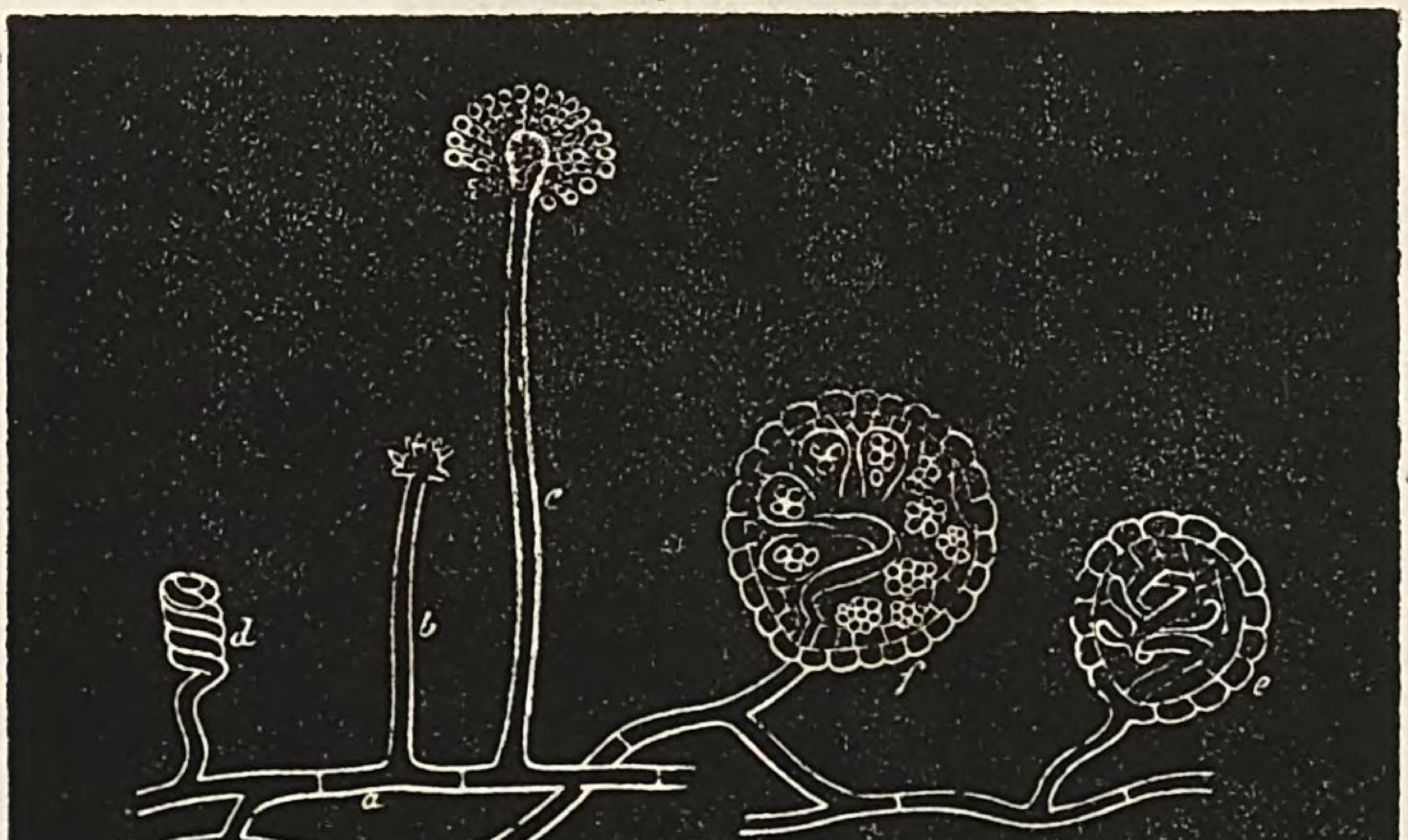


Fig. 2.
Eurotium herbariorum nach Oerstedt.

Bemerkenswerth ist, dass Mucorsporen unter Umständen gährungerregend wirken können, wie Hefe (Vide II. Bd. dieses Werkes S. 188.)

2. Euroteium Aspergillus glaucus kommt besonders häufig auf getrockneten Pflanzen in Sammlungen als Schimmelüberzug vor. Sein Mycel unterscheidet sich von dem des Mucor wesentlich dadurch, dass es gegliedert ist, also aus vielen Zellen besteht, wie Figur 2 darthut:

Die Vermehrung erfolgt hier durch Knospensporen, welche an aufrechten am Ende keulig angeschwollene Fäden in perlschnurartigen Reihen producirt werden, ein Vorgang, der gleichfalls aus Figur 2 ersehen werden kann.

Ausser dieser ungeschlechtlichen Vermehrung findet aber noch geschlechtliche in Folge eines Befruchtungsaktes statt, die aber schwierig zu beobachten und zu beurtheilen ist und desswegen hier nicht weiter beschrieben werden soll.

3. Penicillium glaucum, der Pinselschimmel, ist ein sehr verbreiteter lästiger Schimmel und findet sich z. B. als bläulich grüner Ueberzug auf Brod und anderen feuchten organischen Substanzen. Auch auf Getreide, auf Grün- und Darrmalz, auf an der Luft stehender Würze und Hefe breitet sich dieser Schimmel par exellence, wie ihn De Bary nennt, mit Leichtigkeit aus.

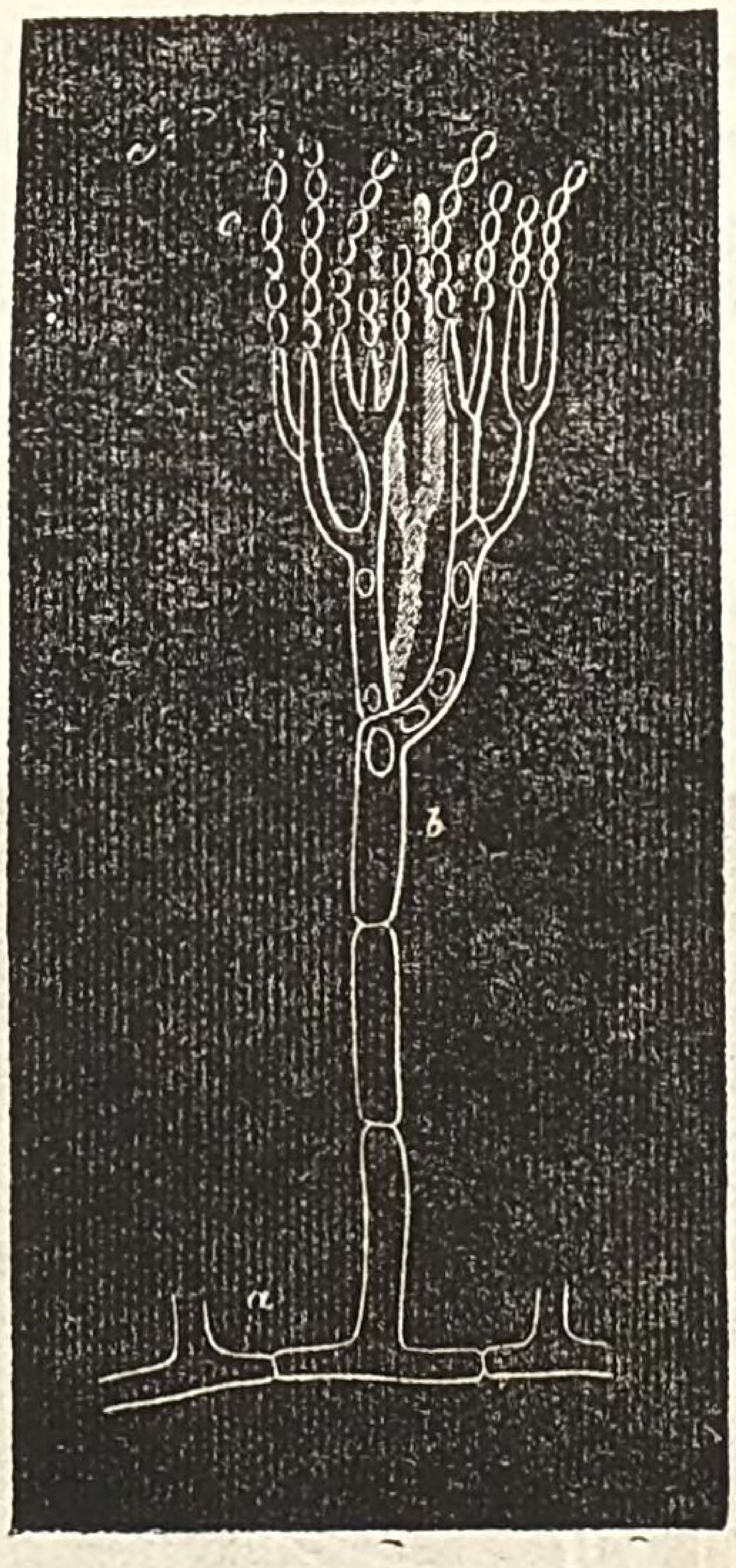


Fig. 3.
Penicillium glaucum (nach Oerstedt.)

Sein Mycel ist gegliedert wie das von Aspergillus und treibt Fruchtträger, an denen die winzig kleinen Sporen als perlschnurartige Ketten entstehen. Figur 3 stellt einen solchen eben in Fructifikation begriffenen Pilz dar:

Ausser dieser ungeschlechtlichen Vermehrung kennen wir bei Penicillium, Dank den Forschungen Brefelds, auch eine geschlechtliche Fortpflanzung, die aber auch hier wiederum so schwierig zu beobachten und zu beurtheilen ist, dass sie übergangen werden muss.

Nach Schilderung der morphologischen Verhältnisse der Schimmelpilze sei nun Einiges über deren Physiologie gesagt.

Die Schimmelpilze erfordern zu ihrer Existenz ein organisches Subtrat, aber nicht lebende Pflanzen oder Thiere, wie die ächten parasitischen Pilze (z. B. der Rost- und Brandpilz). Fruchtsäfte, alte Speisen etc. bieten ihnen eine willkommene Stätte der Entwicklung. Lässt man einen verletzten Apfel längere Zeit liegen, so dringen die allenthalben in der Luft vorhandenen Schimmelsporen sehr bald in die Wunde ein, setzen sich fest und entwickeln sich zu einem reichlich verzweigten allmählich den ganzen Apfel durchsetzenden Geflecht von sehr feinen weissen gegliederten oder ungegliederten Fäden. Nach einiger Zeit bemerkt man, dass das Pilzlager an manchen Stellen eine grünliche Farbe annimmt; das sind die Sporen, die sich aus dem Pilzmycel als pulverförmige Masse entwickeln, um dann durch die Luft fortgeführt zu werden und die Verwesung auf andere Stätten zu übertragen. Der Schimmelpilz ernährt sich von dem organischen Substrat, in dem er fortwährend die darin in Lösung befindlichen für ihn brauchbaren Stoffe durch seine Zellwandungen hindurch aufsaugt und durch die Thätigkeit des Protoplasmas in Substanz seines Organismus überführt.

Niemals kann ein Schimmelpilz seinen Leib durch die im Wasser oder Luft enthaltene Kohlensäure ernähren, wie die grünen Pflanzen, welche die Kohlensäure der Luft durch den Assimilationsprocess unter Zutritt der Luft in complicirter sauerstoffärmere Verbindungen überführen, sondern er braucht zu seiner Ernährung gewissermassen schon reducirte Kohlensäure, also zum Mindesten Essigsäure oder Apfelsäure, Citronensäure, Gummi etc.

Ausserdem bedarf der Schimmelpilz stickstoffhaltiger Nährstoffe, die ihm in Form von salpetersauren- oder Ammoniak-Salzen oder auch in höher zusammengesetzten Verbindungen, etwa als Albuminate, geboten werden können. Ferner sind zu seiner Ernährung noch nöthig gewisse Mineralstoffe, wie Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium etc. (Siehe Ernährung der niederen Pilze S. 16 dieses Bandes.)

Ob der Nährstoff in Form von Pflanzen oder Thiergeweben oder lediglich in wässeriger Auflösung dargeboten wird, ist dem Schimmelpilz gleichgiltig.

Als Nährsubstrate können dem Schimmelpilz die verschiedenartigsten Stoffe dienen, deren Aufzählung hier zu weit führen würde; interessant aber ist es, dass manche Stoffe, die auf andere Pflanzen und auch Thiere absolut tödtlich wirken, wie Strychnin, von Schimmelpilzen als Nährstoffe benützt werden können. O. Löw sah in einer 1procentigen Auflösung von essigsaurem Strychnin, die Algen z. B. sehr rasch den Tod bringt, Schimmelrasen ganz lustig vegetiren.

Ausser den erwähnten Nährstoffen bedürfen die Schimmelpilze zu ihrem Fortkommen noch unbedingt des Sauerstoffes. Niemals wird sich, auch in der günstigsten Nährstofflösung ein Schimmelpilz entwickeln, wenn Sauerstoffzutritt ausgeschlossen ist, und dadurch unterscheiden sich die Schimmelpilze wesentlich von den unter V) und VI) aufgeführten Spross- und Spaltpilzen.

Licht bedürfen sie nicht, da sie nicht assimiliren und auch gar keine Apparate (Chlorophyllapparate) besitzen, deren Wirksamkeit an das Licht gebunden wäre.

Wie jede Pflanze kann auch der Schimmel nur innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen sein Leben fristen. 48° C. tödten den Schimmelpilz (noch nicht manche Spaltpilze).

Sind alle die erwähnten Bedingungen gegeben, so wird stets Schimmelbildung eintreten (wenn nicht gleichzeitig anwesende Spaltpilze den Schimmelpilzen das Feld streitig machen); so immer im Malzkeller, in dem sich verletzte Gerstenkörner befinden, ferner in Gährkellern, an Gährbottichen und Lagerfässern etc.

II.) Brandpilze.

Die Brandpilze gehören, wie auch die unter III) folgenden Rostpilze zu den Hypodermiern (unter der Haut befindlichen Pilzen) und sind, wie alle hieher gehörigen, ächte Parasiten, d. h. sie befallen nur lebende Pflanzen.

Der Staub oder Flugbrand (Ustilago Carbo Tulasne) befällt am häufigsten die Wintergerste, wobei sich die Blüthentheile mehr oder weniger vollständig in ein loses schwarzes Pulver auflösen, welches verfliegt, so dass oft nur die nackte Spindel zurückbleibt. Dieses schwarze Pulver ist ein Haufwerk von unendlich vielen kleinen Sporen, welche sich aus dem in den Blüthentheil der Aehre befindlichen Mycel bilden. Wird das Sporenpulver ausgesät, so treibt jede Spore einen Keimschlauch, in dem sich durch Auftreten von Querwänden und Abschnürung mehrere Zellen bilden, welche unter Umständen wieder jede für sich keimen können.

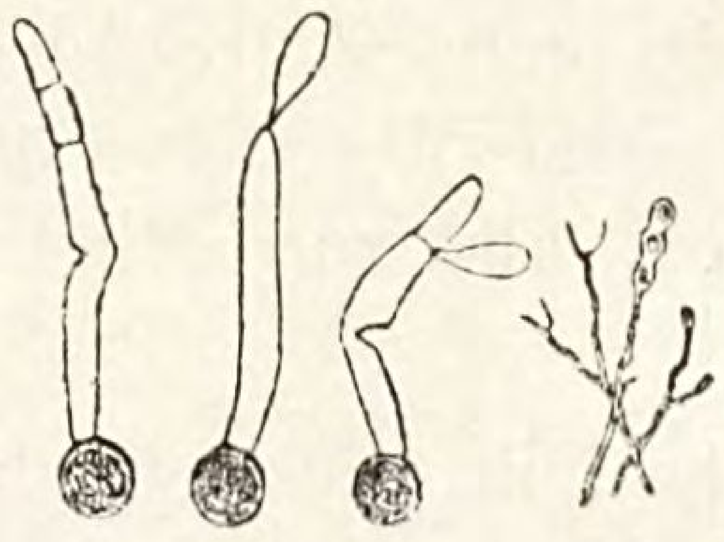


Fig. 4.

Ustilago Carbo (nach Oerstedt.) d. Mycelfäden aus den Fruchtknoten mit beginnender Sporenbildung. a. Eine keimende Spore, deren Keimfaden sich durch Querwände theilt, worauf jede einzelne Theile wieder für sich keimen kann. b c Keimende Sporen, deren Keimfaden Sporen zweiter Ordnung abschnürt.

Diese secundären Sporen oder Sporen zweiter Ordnung nun wachsen zu einem fädigen Mycel aus, welches, indem es die Zellhäute der Gerstenpflanze durchbohrt, in die lebende Gerstenpflanze eindringt, sich dort verbreitet und allmählich bis zu den Blüthenorganen vordringt, wo es dann wieder zur Sporenbildung gelangt.

Beim Schmier- oder Steinbrand des Weizens (Tilletia Caries) ist das Innere des Kornes von einer schmierigen später vertrocknenden schwarzen Masse von unangenehmem Geruch erfüllt, welche aus den Sporen des genannten Pilzes besteht. Die Sporen des Schmierbrandpilzes sind grösser als die des Flugbrandes und mit einer zellig erscheinenden äussern Sporenhaut umgeben; sie bilden sich nicht in Reihen, wie die des Flugbrandes, sondern einzeln aus den kugelig anschwellenden und endlich sich ablösenden Endzellen der Fäden.

Aehnlich wie die eben genannten Arten des Brandes verhält sich der Maisbrand (von Ustilago Maydis), wobei die erkrankten Körner sich öfter in faust oder kopfgrosse Beulen verwandeln, und der Hirsebrand, sowie andere auf wildwachsenden Gräsern vorkommende Arten.

Es ist schon vielfach die Frage aufgeworfen worden, ob die Krankheiten des Getreides durch die erwähnten Brand- und noch zu erwähnenden Rostpilze verursacht werden, oder ob schon ein krankhafter Zustand der Pflanzen (etwa in Folge mangelhafter Ernährung) vorhanden sein muss, um den Pilzen die Möglichkeit zu ihrer Ausbreitung zu geben. Für die Brandpilze ist es vorläufig wohl nur wahrscheinlich, dass sie die wirkliche Ursache der Krankheit seien; bei den Rostpilzen aber haben wissenschaftliche Forschungen bereits die Entscheidung gebracht, dass die Pilze wirklich Ursache der Rostkrankheit seien. Es wurde nämlich nachgewiesen, dass sie regelmässig wechselnde Generationen haben, die auf verschiedenen Pflanzen leben, also heteröcische (den Wirth wechselnde) Pilze sind, wie in Folgendem beschrieben werden soll. Ihr Fortkommen und ihre Entwicklung ist also an bestimmte Pflanzen geknüpft, die sie unter allen Umständen befallen, sowie sie nur darauf gelangen können.

III.) Rostpilze.

Die Rostpilze, deren es mehrere Gattungen gibt, bilden lebhaft gefärbte oft rostgelbe Staubhäufchen auf krautartigen Pflanzentheilen. Von den Getreidearten ist es längst allgemein bekannt, dass sie häufig vom Rost befallen werden; indess ist diese Krankheit nicht auf jene Culturgrässer beschränkt, sondern tritt auch bei anderen Pflanzen auf, so bei Euphorbia, der Wolfsmilch, wo der Rost sogar eine auffallende Formveränderung der Blätter bewirkt, indem die gewöhnlich linealförmige Blattgestalt in eine eilängliche übergeht. Die Rostpilze entwickeln sich immer unmittelbar unter der Oberhaut auf den Blättern, Stengeln und andern Organen des Wirthes. Indem die Oberhaut blasenförmig nach aufwärts gehoben und gesprengt wird, kommen Flecken zum Vorschein, die meist gelb oder braun sind. Die rostfarbenen Flecken sind Sporenlager, welche von dem im Innern der befallenen Pflanze wuchernden Mycel gebildet werden.

Wir wollen hier nur den Hafer und Gerste befallenden Getreiderost genauer beschreiben.

Die Sporenlager, welche jene rostfarbenen Flecken bilden, bestehen in der ersten Zeit der Vegetationsperiode nur aus einerlei Sporen, den sogenannten Uredo- oder Sommersporen, die einzellig, ei- oder kugelförmig und an der Aussenhaut mit 3—6 Keimlöchern versehen sind, kurze Zeit nach ihrer Bildung zur Keimung gelangen (auf andern Getreidepflanzen, auf die sie durch die Luftströmungen gebracht werden) und so Anlass zur Bildung neuer Mycelien geben. Nur in Grässern, nicht in andern Pflanzen vermögen diese Uredosporen Mycelien zu entfalten; die Keimschläuche treten durch die Spaltöffnungen, kleine Poren, mit denen ja jedes Blatt (wenigstens an der Unterseite) dicht besetzt ist, in's Innere der Pflanze, bilden dort durch fortwährendes Wachsthum und weitere Verzweigung ein Mycel, aus welchem in 6—10 Tagen wieder Uredofrüchte entstehen. Während auf diese Weise der Pilz in seiner Uredoform während des Sommers auf Getreidepflanzen sich in vielen Generationen vermehrt, beginnt in den älteren Uredofrüchten die Bildung einer neuen Sporenform. Gegen Ende der Vegetationsperiode werden in den Sporenlagern neben den rundlichen Uredosporen auch lange, zweizellige Sporen, die sogenannten Teleuto- oder Wintersporen (auch Puccinia-

sporen genannt) erzeugt, später hört in den Uredofrüchten die Bildung der Uredosporen ganz auf, es werden nur Teleutosporen gebildet, und damit schliesst die Vegetationsperiode. Die Teleutosporen besitzen zum Unterschied von den Uredosporen nur 1 Keimloch an jeder Zelle. Sie überdauern an den Grashalmen den Winter und keimen erst beim Eintritt des Frühjahrs, wobei sie aus ihren beiden Zellen kurze durch Scheidewände abgetheilte Keimschläuche treiben, an deren Endgliedern auf dünnen Zweigen sofort kleine Sporen, sogenannte Sporidien, erzeugt werden. Hier erfolgt also die Fructifikation sehr rasch auf das Austreiben der Spore, so dass die dazwischen geschaltete Generation als eine sehr kurzlebige erscheint. Figur 5 möge das Gesagte erläutern:

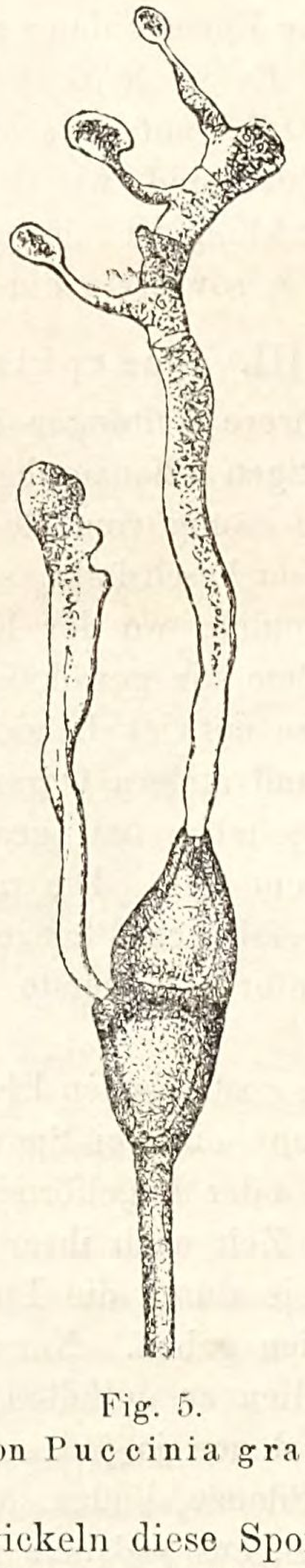


Fig. 5.
Keimende Wintersporen von Puccinia graminis (nach Oerstedt.)

Merkwürdiger Weise nun entwickeln diese Sporidien nur dann ein neues Mycelium, wenn sie auf Berberitzenblätter zum Keimen gelangen. Werden sie durch den Wind auf andere Pflanzen geführt, so keimen sie zwar auch, entwickeln aber kein Mycel, wahrscheinlich weil ihnen diese Pflanze (durch andere Säftemischung etwa) nicht die nöthigen Existenzbedingungen bietet, so dass der Keimschlauch bald zu Grunde geht. Die Keimung auf Berberitzenblättern geht etwas anders vor sich, als die der

Puccinia- und Uredosporen auf den Getreidepflanzen. Hier dringt nämlich der Keim-schlauch nicht durch die Spaltöffnungen in das Blattinnere ein, sondern durchbohrt die Haut (indem er jedenfalls ein Ferment ausscheidet, welches dieselbe auflöst), und gelangt so in das Parenchymgewebe des Blattes. Das dort nun zur Entwicklung gelangende Mycel übt einen eigenthümlichen Einfluss auf das Blatt, indem es dasselbe zu einem abnormen Anschwellen veranlasst (befallene Berberitzenblätter sind also leicht zu erkennen). Dieses Mycel fruktificirt aber in ganz anderer Weise als das in den Getreidepflanzen wachsende, und zwar so verschieden, dass man beide Fructifikationsformen früher als verschiedenen Pilzen angehörend betrachtet und demgemäss die betreffenden Pilze auch verschieden benannt hat. Der Getreiderost hiess Puccinia Graninis, der Pilz der Berberitzenblätter Aeccidium Berberidis. Es ist De Bary's Verdienst, den entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang zwischen den beiden ganz verschiedenen Formen, diesen Generationswechsel, wie man das nennt, zuerst aufgeklärt zu haben.

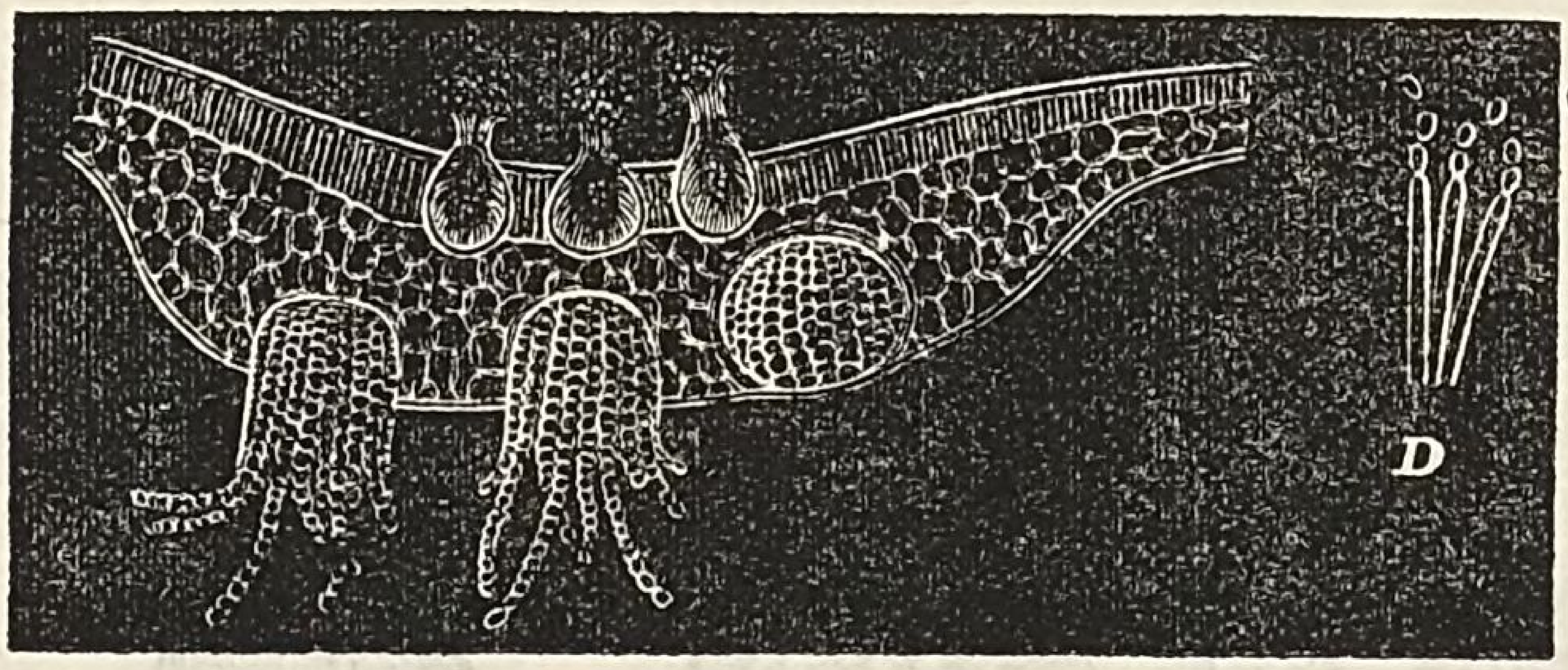


Fig. 6.
Accidium Berberidis.

Figur 6 zeigt den Querschnitt durch ein Berberitzenblatt, in welchem sich das aus den Pucciniasporen entstandene Mycel (das aber hier nicht zu sehen ist) ausgebreitet hat; die Fructificationsorgane stellen kugelige Gebilde vor, welche sich, indem sie die Oberhaut des Blattes sprengen, öffnen und nun lange Reihen von perlschnurförmig an einander gereihten kleinen Sporen hervortreten lassen.

Die Accidiumsporen auf dem Berberitzenblatt werden nun wieder durch den Wind auf alle möglichen in der Umgebnng stehenden Pflanzen übertragen und keimen dort, entwickeln aber nur dann ein Mycel, wenn die Keimung auf einer Graspflanze (also auf Getreide) stattfand. Sie verursachen dort nun von Neuem die Rostkrankheit. Es ist De Bary gelungen, den Getreiderost durch Uebertragen der Accidiumsporen auf Getreide zu erzeugen, und umgekehrt die Krankheit der Berberitzenblätter durch Uebertragung von Pucciniasporen auf diesen Strauch hervorzurufen, ein sicherer Beweis, dass beide Pilzformen zusammengehören.

Wir haben also hier ein schönes Beispiel vor uns, wie ein und derselbe Pilz verschiedene unter sich sehr unähnliche Entwicklungsstufen durchzumachen hat, von denen keine unterbleiben darf, wenn der Pilz nicht untergehen soll. (Das Entfernen der Berberitzen- oder Sauerdornstrauches von den Getreidefeldern ist demnach ein wichtiges Mittel zur Verhinderung des Getreiderostes). Derartige Gestaltswandlungen, eine Erscheinung, die man mit dem Namen Pleomorphismus belegt hat, kommen bei sehr vielen Pilzen vor, viele sind bis jetzt schon erkannt, andere werden jedenfalls noch weiter erkannt werden. Es ist deshalb begreiflich, warum es heutzutage noch schwer

oder unmöglich ist, die Pilze endgiltig zu classificiren. Das wird erst möglich werden, wenn alle Pilze in ihrem vollständigen Entwicklungsgange bekannt sind; vorläufig werden immer wieder verschiedene Gattungen eingezogen oder an anderm Platz untergebracht werden müssen, da ja die Erkenntniss ihrer Lebensgeschichte immer noch im Fortschreiten begriffen ist und immer neues Licht in die Verwandtschaftsverhältnisse bringt. Uredo, Puccinia und Accidium waren früher gesonderte Gattungen, werden aber heute, da man ihren Zusammenhang kennt, natürlich in eine Gattung zusammengezogen.

IV.) Mehlthaupilze.

Die Mehlthaupilze bilden weissliche Ueberzüge auf Blättern und Stengeln von verschiedenen Pflanzen, ohne indess in das Innere des Blattgewebes einzudringen. Nichts destoweniger sind sie, namentlich wenn sie in grösseren Mengen auftreten, schädlich für die betreffenden Pflanzen, vorzugsweise dadurch dass sie die Spaltöffnungen verschliessen und so den Gasaustausch zwischen der äussern Luft und der in den Lufträumen des Blattes befindlichen hindern.

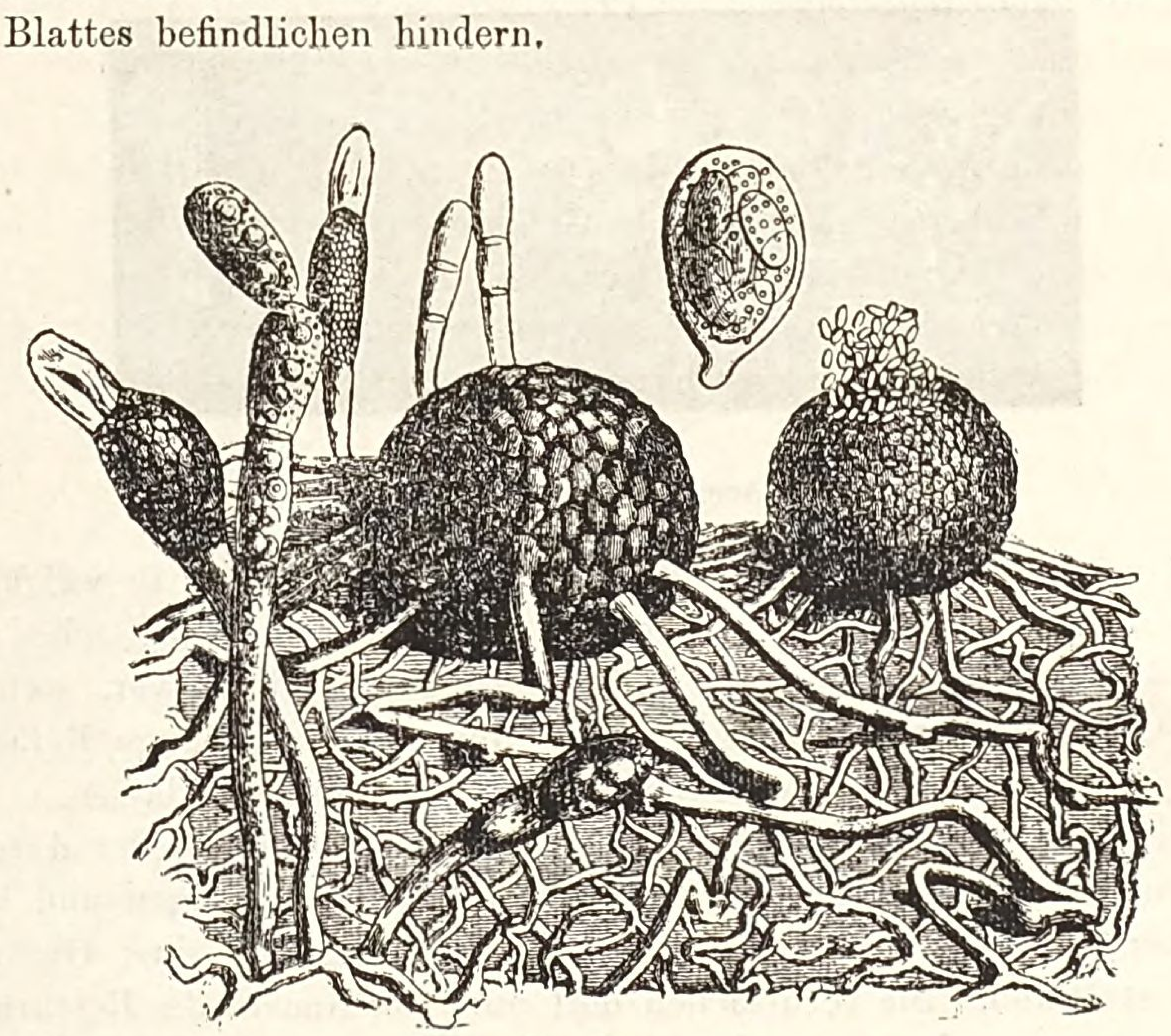


Fig. 7.
Erysiphe communis (nach Oerstedt.)

Die Pilze fructificiren in zweierlei Weise, nämlich 1) durch aufrechte Knospensporen bildende Zellfäden, 2) durch sogenannte Sporocarpien oder Sporenfrüchte, welche das Resultat eines Befruchtungsaktes sind. Ausserdem kommen noch Pycniden vor, welche in ihrer Gestalt den Sporocarpien gleichen, aber keine dem Mehlthaupilz eigenthümlichen Organe vorstellen, sondern wahrscheinlich selbständige parasitische Gebilde sind (wahrscheinlich bestimmte Entwicklungsstufen eines Kernpilzes). Figur 7 stellt ein Blattstück dar (nach Oerstedt), auf welchem Erysiphe comunis die auch auf Getreide vorkommt) wächst und die verchiedenen Fructifikationsformen neben einander sichtbar sind.

Die Knospensporen bildenden Formen wurden früher als eigene Pilze unter dem Namen Oidium beschrieben, da man nicht wusste, dass diese Formen mit den kugelige Sporocarpien bildenden Erysipheen in entwicklungsgeschichtlichem Zusammenhang stehen. Oft sind es gerade die Knospensporen bildenden Formen, welche am zerstörendsten wirken, indem sie epidemisch auftreten. So verhält es sich z. B. mit dem Traubenpilz, von dem nur die Knospensporenform in Europa bekannt ist, die früher als Oidium Tuckeri beschrieben wurde. Merkwürdiger Weise kennt man den Traubenpilz erst seit der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts in Europa. Im Alterthum war die Traubenkrankheit schon den Römern bekannt, doch trat sie nur selten und sporadisch auf, bis sie sich in den vierziger Jahren in den Weinpflanzungen zeigte und dann zu genauern wissenschaftlichen Untersuchungen Veranlassung gab. Im Jahre 1851 zeigte sich der unheimliche Gast auch in Frankreich, griff dort die grossen Weinkulturen an und verbreitete sich, durch seine verheerenden Wirkungen den Nationalwohlstand bedrohend, über alle Weinländer. Man hat gegen diese Calamität anzukämpfen gesucht, indem man die Pflanzen nach dem Regen oder Bespritzen mit Wasser durch eine Art Blasebalg mit Schwefelmehl bestäubte, was den Mehlthaupilz zu zerstören oder doch wenigstens seine Verbreitung zu hindern scheint.

Die verschiedenartigsten Pflanzen werden von Mehlthaupilzen befallen, so, ausser dem oben genannten Weinstock: Getreide, Gerste, wildwachsende Grässer, Ahorn, Löwenzahn, Wachtelweizen, Astragalus etc. Selten sind die Mehlthaupilze auf einzelne Arten von Mutterpflanzen beschränkt, häufig aber auf bestimmte Gattungen oder Familien.[1]) So schmarotzt der Mehlthaupilz der Gräser (und Getreidearten) niemals auf Ahorn. Mitunter aber greift ein und derselbe Pilz verschiedene Familien an. So befällt Podosphaera Castagnei z. B. sowohl den zu den Compositen gehörigen Löwenzahn als auch den zu den Scrophularineen gehörigen Wachtelweizen.

Die Mehlthaupilze greifen gesunde Pflanzen an, die sie durch ihre Gegenwart in einen kränklichen Zustand versetzen oder gänzlich zerstören.

Aspergillus und Penicillium gehören nach wissenschaftlichen Systemen auch hieher zu den Erysipheen, sind aber mancher Bequemlichkeit für die physiologische Betrachtung halber und dem alten Brauch zu Liebe bei den Schimmelpilzen beschrieben, worauf hiemit verwiesen sei.

V.) Sprosspilze.

Diese Pilzgruppe ist nach ihren morphologischen und systematischen Beziehungen schon im II. Band dieses Werkes (S. 171) so eingehend behandelt worden, dass es überflüssig wäre, jetzt nochmals genau darauf zurückzukommen. Hier seien nur die allgemeinsten Züge des von den Hefe- oder Sprosspilzen Bekannten gewissermassen recapitulirt.

Die Sprosspilze bilden sehr kleine rundliche oder ellipsoidische Zellen; ihre Grösse ist so unbedeutend, dass sie durch Drücken oder Reiben zwischen Glasplatten nicht zerdrückt werden können. Die gewöhnliche Vermehrung der Hefenzellen ist die durch Sprossung. „Jede Hefenzelle erzeugt neue gleichartige Zellen durch Austreibung kleiner Anfangs warzenförmiger Ausstülpungen, welche bald die Form und Grösse ihrer Mutterzelle erreichen und eher oder später von der schmalen Verbindungsstelle sich ablösen;

---

[1]) Die Gattung umfasst mehrere Arten, die Familie mehrere Gattungen.

gewöhnlich bleiben sie einige Zeit verbunden und stellen so Sprossverbände dar, die man allenfalls als verzweigte Hyphen mit kurzen rundlichen leicht zerfallenden Gliedern betrachten kann.“ (Sachs). Aber auch eine andere Art der Fortpflanzung kommt bei den Sprosspilzen vor. Ueberträgt man Hefe auf die Oberfläche von zerschnittenen Kartoffeln, Kohlrüben, Topinambourknollen oder Möhrrüben, so wachsen die Hefenzellen zu bedeutenderer Grösse heran, sprossen nicht mehr, sondern ihr protoplasmatischer Inhalt erzeugt durch Sonderung in mehrere einzelne Portionen ohne vollständigen Verbrauch des Zellplasmas 1—4 rundliche Sporen, welche, in eine gährungsfähige Flüssigkeit gebracht, sofort durch Sprossung und Abschnürung wieder neue Hefezellen bilden. Durch die veränderte Ernährungsweise wird also hier eine andere Art der Fortpflanzung bedingt, welche in ihren Grundzügen der vieler höheren Pilze (der Ascomyceten) gleich ist.

Die Trüffeln und Morcheln z. B. bilden ihre Sporen ähnlich in Schläuchen (ascis) durch Sonderung einzelner Portionen des Zellinhaltes zu selbständigen Sporen (freie Zellbildung).

Von den verschiedenen Sprosspilzen seien erwähnt: Saccharomyces cerevisiae, ellipsoideus, conglomeratus, exiguus, Pastorianus, apiculatus. Mucor gehört zwar zu den Gährungspilzen, nicht aber zu den Sprosspilzen (siehe Schimmelpilze).

Was die chemische Zusammensetzung der Hefe betrifft, so sei hier das Resultat angeführt, welches O. Löw (Vide Nägeli, Bayr. Akad. d. Wiss. math. phys. Cl. 1878 p. 170) bei Analyse einer untergährigen Hefe erhalten hat: Dieselbe enthielt in 100% Trockensubstanz 37% Cellulose mit Pflanzenschleim, 36% gewöhnliches Albumin, 9% leicht zersetzbarer gluten caseinartiger Proteinstoffe, 2% durch Bleiessig fällbarer Peptone, 5% Fett, 7% Asche und 4% Extractivstoff.

In physiologischer Beziehung sind bekanntlich die Sprosspilze ganz ausserordentlich merkwürdig. Sie leben, insofern ihnen das Gebiet nicht durch Spaltpilze streitig gemacht wird, mit Leichtigkeit in allen Flüssigkeiten, die ihnen genügende Nährstoffe (Eiweis, Kohlenhydrate, Salze etc.) darbieten, sind also in dieser Hinsicht nicht interessanter als andere Pilze. Was aber sie besonders auszeichnet und interessant macht, ist Folgendes: Sie üben, wenn sie sich in zuckerhaltiger Flüssigkeit ernähren eine sonderbare Wirkung aus auf die in der Nährlösung enthaltene Zuckermoleküle, indem sie den Zerfall derselben in Kohlensäure und Alkohol (ausserdem wird etwas Glycerin nnd Bernsteinsäure gebildet) veranlassen. Nach der Vorstellung, die wir durch Nägeli über diesen Vorgang gewonnen haben, kommt derselbe dadurch zu Stande, dass die Schwingungszustände, in denen sich das lebendige Plasma der Hefenzellen befindet, auf die Zuckermoleküle übertragen werden und dort Kräfte auslösen, welche den Zerfall des Zuckers zur Folge haben.

Diese Kräfteauslösung, das Freiwerden von Spannkraft, übt auf die gährungerregenden Hefezellen eine eigenthümliche Rückwirkung, indem sie dieselben in Stand setzt, ohne Sauerstoff, dessen alle andere Pilze zu ihrem Leben bedürfen, zu existiren. Nach Nägeli ist das folgendermassen zu denken: Bei gewöhnlichen Pilzen muss Sauerstoff hinzutreten und durch Verbrennung eines Theils der in der Zelle vorhandenen Stoffe jene Kraftmenge frei machen, welche zum Leben nothwendig ist. Im Falle aber die Zelle Gährthätigkeit ausübt, wird jene zum Leben nöthige Spannkraft durch Zerfall der Zuckermoleküle frei.

Nicht wunderlich erscheint es ferner, wenn, wie Nägeli in seiner Gährungstheorie p. 60 sagt, die Gährthätigkeit der Hefezellen durch freien Sauerstoff begünstigt wird. Denn es ist klar, dass die durch die Athmung (Verbrennung) frei werdende Spannkraft auf die Bewegungszustände des Hefenplasma's beschleunigend und verstärkend wirkt und demgemäss auch die Kraftauslösung in den Zuckermolekülen, also deren Zerfall, fördert.

Eine weitere merkwürdige physiologische Thatsache ist es, dass die Gährthätigkeit unter allen Umständen ihr eigenes Wachsthum befördert. Auch dies erklärt Nägeli's Theorie in sehr einfacher Weise. Nägeli sagt: „Allerdings wendet das Plasma der Hefenzelle eine geringe Kraft auf, um das Gährmaterial zu zerlegen. Allein die aus dem letzteren ausgelöste Spannkraft, welche den molekularen Bewegungen im Plasma theilweise zu Gute kommt, ist vielmal beträchtlicher, und die Summe der Lebenskräfte einer Zelle wird bedeutend erhöht, wenn dieselbe Gährthätigkeit ausübt.

Die auffallendste physiologische Erscheinung aber, welche uns im Leben der Sprosspilze entgegentritt, ist die, welche Nägeli in folgendem Satz formulirt: „Die Gährthätigkeit eines Pilzes benachtheiligt die Ernährung und das Wachsthum der übrigen Pilze, welche nicht für diese sondern für andere Gährungen organisirt sind.“ Die Gährthätigkeit der Hefenzelle ist also nicht bloss förderlich für sie selber und ihresgleichen, sondern hemmt auch andersartige Zellen in ihrem Fortkommen und zwar nicht etwa durch Entziehung von Nährstoffen oder Ausscheidung schädlicher Verbindungen, sondern lediglich durch das Vorhandensein der besondern Gährthätigkeit. Eine Concurrenz zwischen Spross- und Spaltpilzen (die ja in Presshefe z. B. sich immer gemengt finden) wird nur dann günstig für die Sprosspilze ausfallen, wenn die Nährflüssigkeit möglichst bald in Gährung geräth; ein sicherer Beweis, dass die Gährthätigkeit für die Hefe selbst günstig, für die Spaltpilze ungünstig ist. Auch die Erklärung dieses Räthsels lässt sich erreichen, wenn man sich vorstellt, dass das Plasma der Hefenzellen seine molekularen Schwingungen auf die umgebende Flüssigkeit fortpflanzt. Diese auf die Spaltung der Zuckermoleküle in Alkohol und Kohlensäure hinzielende Bewegung wird aber auf die Spaltpilze nachtheilig wirken, weil ihr Plasma in anderartiger Bewegung begriffen ist und die Gährungsflüssigkeit in anderer Weise zerlegen will, nämlich Milchsäure- oder Buttersäuregährung hervorzurufen strebt. Die stärkere der beiden Bewegungen wird die schwächere unterdrücken; eine bereits vorhandene lebhafte Alkoholgährung wird keine Thätigkeit fremder Zellen aufkommen lassen. Die Gährthätigkeit einer Zelle wirkt also gewissermassen giftig auf fremde Zellen.

Erwähnung dürfte hier noch verdienen, dass die Sprosshefe, wenn sie keine Gährung bewirkt, Peptone, wenn sie aber Zucker vergährt, Eiweiss ausscheidet. Mit Hilfe der Gährthätigkeit diosmirt also das Eiweiss durch die Hefenzellmembran unter Umständen, unter denen es ohne dieselbe nicht hindurch geht. Auch Fermente scheiden die Sprosspilze aus; so die Alkoholhefe ein Ferment, welches den Rohrzucker in gährungsfähigen Zucker verwandelt (invertirt).

VI.) Spaltpilze (Schizomyceten).

Sie sind die kleinsten bekannten Organismen und erreichen selten den Durchmesser von $^1/_{500}$ mm. Es wiegen nach ungefährer Berechnung 30 Millionen davon im lufttrocknen Zustand kaum 1 g. Die Spaltpilze bilden kugelige oder stabförmige (mitunter spiralig gedrehte) Zellen, die bei vielen Arten lebhafte Bewegung zeigen. Sie

vermehren sich durch Theilung und leben bald vereinzelt, bald in Colonieen (Stäben, Fäden, selten zu kleinen Tafeln oder Würfeln) vereinigt, indem sich in letzterem Falle die Theilungsprodukte nicht von einander ablösen (ähnlich wie es einzelne Hefezellen und Sprossverbände gibt). Figur 8 stellt verschiedene Spaltpilzformen dar:

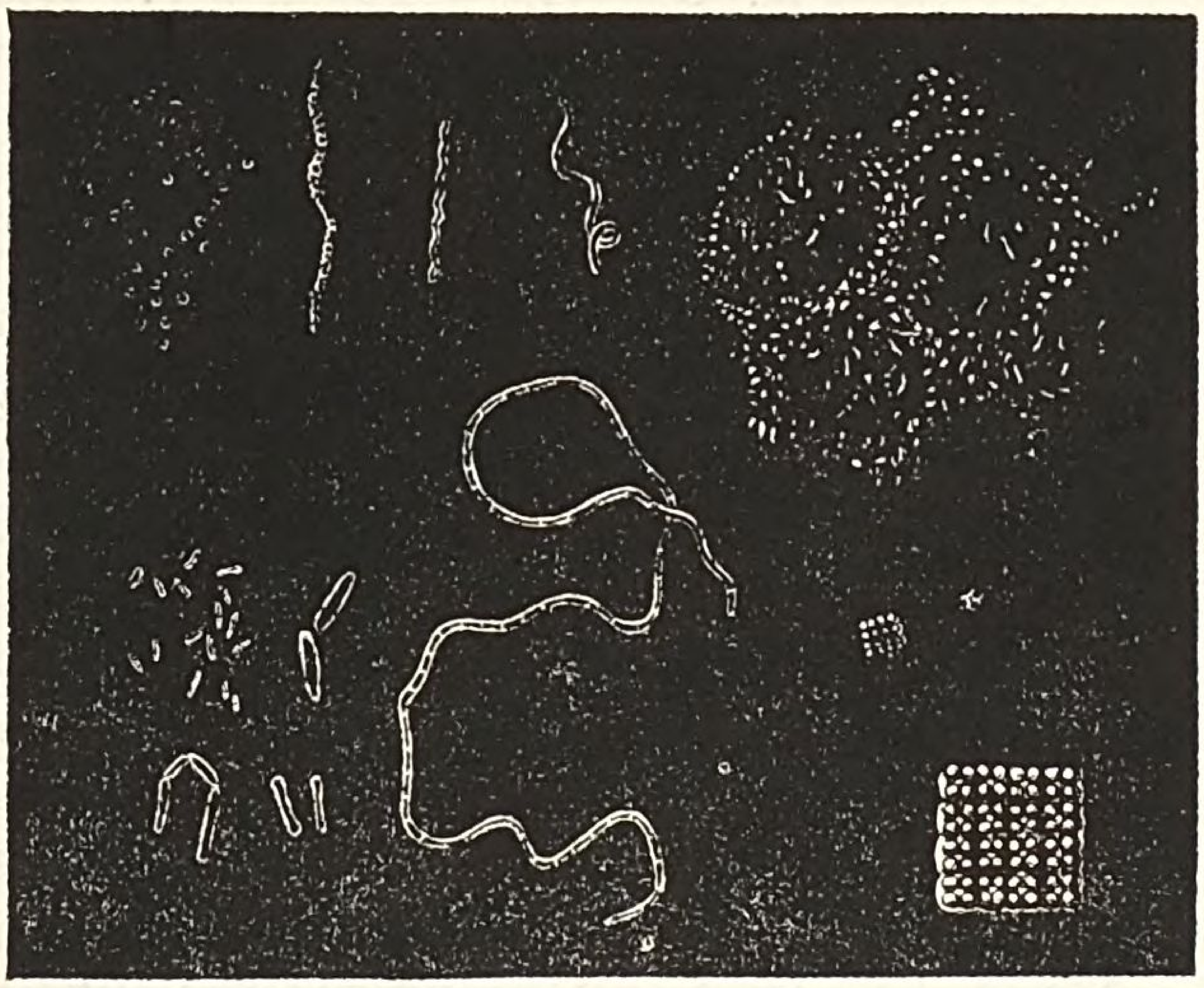


Fig. 8.
Spaltpilze stark vergrössert (etwa 500 mal).

Die Spaltpilze haben nicht, wie die meisten eigentlichen Pilze, bloses Spitzenwachsthum, sondern wachsen durch Neubildung an allen Punkten.

Mit Unterscheidung von Arten und Gattungen geht es dem Systematiker bei den Spaltpilzen sehr schlecht, hauptsächlich deswegen, weil die Spaltpilze in verschiedenen Nährflüssigkeiten verschiedene Formen anzunehmen vermögen. Während Schimmel- und Sprosspilze wahrscheinlich mit einander verwandt sind und in einem Fall schon in einander übergeführt worden sind (Mucorsporen können ja unter Umständen Gährthätigkeit wie Sprosshefe ausüben), scheinen die Spaltpilze nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse mit keiner der andern Pilzgruppen in Zusammhang zu stehen. Niemals verwandelt sich ein Spaltpilz in einen Schimmel- oder Sprosspilz, und auch nicht umgekehrt.

Todte Spaltpilze, (besonders kugelige), die keine Bewegung mehr zeigen, sind häufig von andern kleinen Körperchen schwer zu unterscheiden. In der Microchemie hat man zu diesem Zwecke verschiedene Färbemittel vorgeschlagen (theils Anilinfarben, theils andere Farbstoffe), welche von einem todten Organismus aufgespeichert werden, (es ist das eine allgemeine Eigenschaft todter organisirter Körper), von nicht organisirten Körpern aber nicht eingelagert werden. Wir geben hier wörtlich das wieder, was Poulsen in seiner „botanischen Microchemie“ (aus dem dänischen übersetzt von Carl Müller) hierüber sagt. „Als Färbemittel für Bacterien ist Methylviolett [Violet de Paris. Methylviolett Nr. BBBBB] von Koch anempfohlen worden. Die Farbe wird so schnell von den Bacterien aufgenommen, dass wir hierin geradezu ein Reagens auf diese Organismen haben, wo von einer Verwechslung mit kleinen Fettkörpern oder ähnlichen äusserst kleinen Kugeln die Rede sein könnte. Von einer concentrirten spirituösen Methylviolettauflösung werden einige Tropfen zu 15—20 gr

destillirten Wassers hinzugesetzt, bis sich dieses intensiv gefärbt hat. Mit einer kleinen Pipette bringt man nun auf die Bacterienschicht, welche man färben will, ein paar Tropfen, lässt sie darauf herumfliessen und giesst sie schliesslich ab, wenn man glaubt, dass die Farbe hinreichend kräftig geworden ist. Nach einiger Uebung wird man es bald erreichen, die Concentraction der Färbeflüssigkeit und die Dauer der Einwirkung richtig beurtheilen zu können. Wenn die Auflösung zu schwach ist, so löst sie die Bacterienschicht von der Glasplatte; ist sie zu stark, so färbt sie die Grundmasse, worin die Bacterien liegen, zu stark. Nach beendetem Färbungsprocess wird das Präparat mit destillirtem Wasser oder mit einer Auflösung von essigsaurem Kalium (1:10) abgespült. Nach halbstündigem Liegen an der Luft ist das Präparat zum Einlegen in Canadabalsam geeignet. Glycerin kann nicht angewandt werden, da es den Farbstoff auszieht. Sollen die Präparate photographirt werden, so müssen sie in essigsaurem Kalium (1:2) aufbewahrt und luftdicht zugekittet werden. Anilinbraun wird in derselben Weise wie das Methylviolett angewandt. Es eignet sich noch besser zum Photographiren als dieses, aber die Präparate müssen in Glycerin aufbewahrt werden, da die Farbe mit essigsaurem Kalium ausgezogen wird. Als Färbeflüssigkeit ist eine concentrirte Auflösung in gleichen Theilen Glycerin und destillirten Wasser anzuempfehlen; die Farbe wird mit Glycerin weggespült.“ Vom Campecheholzextrakt sagt Poulsen: „Ich habe mich mit grossem Vortheil dieses Färbemittels bei Bacterienstudien bedient. Das eingetrocknete Präparat wird mit einer concentrirten wässerigen Auflösung von Campecheholzextract behandelt; nach dem Abspülen des überflüssigen Farbstoffs mit destillirtem Wasser wird die Farbe mit verdünnter Chromsäure befestigt, und die Präparate können nun nach wiederholtem Eintrocknen in Glycerin oder Canadabalsam aufbewahrt werden. Cilien (Wimpern) und Zellkörper treten dabei sehr scharf hervor.“ Die angegebenen Methoden können also mit Vortheil bei der oft so wichtigen Prüfung auf Bacterien zur Anwendang gebracht werden.

Was die Lebensweise der Spaltpilze anbetrifft, so gehören dieselben (wie die Hefe) zu den merkwürdigsten Organismen. Sie bewirken in der Nährflüssigkeit Gährung, aber eine andere als Sprosshefe. Zuckerlösung versetzen sie in Milchsäure- und Buttersäuregährung, oder in schleimige Gährung. Wird Zuckerlösung mit Fäulnisshefe (Spaltpilzen) versetzt, so wird jene gewöhnlich zuerst in Milchsäure übergeführt, dann weiter in Buttersäure; manchmal aber erhält man nicht Milchsäure, sondern das Zuckerwasser wird schleimig und fadschmeckend. „Wenn man die richtigen Verhältnisse trifft, sagt Nägeli, kann der Schleim so dick werden, dass er beim Umkehren der Flasche während kurzer Zeit nicht herausfliesst.“ (Sogenannter langer Wein, wie ihn die Weinbauern nennen, entsteht auf ähnliche Weise). Auch Bitterstoffe entstehen mitunter unter dem Einfluss der Spaltpilze; man kann Milch z. B. so behandeln, dass sie nicht sauer sondern bitter wird.

Stickstoffhaltige Substanzen (welche von Sprosspilzen nicht vergohren werden) zersetzen die Spaltpilze unter Entwicklung stinkender ammoniakalischer Gase (daher der Name „Fäulnisspilze“).

Um unlösliche Stoffe ernährungstüchtig zu machen, scheiden die Spaltpilze ein sehr energisches Ferment aus, welches Stärke und Cellulose (Holz) in Traubenzucker verwandelt, geronnenes Eisweiss und andere unlösliche Albuminate auflöst.

Wohl kein anderer Organismus erfreut sich einer so allgemeinen Verbreitung wie der Spaltpilz. Es gibt kaum eine Luftschicht, in der nicht Spaltpilze in grösserer oder geringerer Menge enthalten wären, und man kann ein Gefäss, welches Nährflüssigkeit (Eiweisslösung, Zucker, Gummi etc.) enthält, nicht an der Luft stehen lassen, ohne dass sich gar bald eine üppige Spaltpilzvegetation darin ansiedelte. Die Spaltpilze sind es, welche jede Fäulniss veranlassen; ohne sie würde niemals Fleisch, oder irgend ein abgestorbener Organismus oder ein Theil desselben in Fäulniss übergehen. Sie sind die unverwüstlichen Zerstörer dessen, was von höheren Organismen an Stoffen erzeugt wurde, verursachen aber auch an lebenden Organismen, wie Nägeli und Buchner dargethan haben, viele Krankheiten und Zersetzungsprocesse (Cholera, Milzbrand, Typhus etc.)

An Widerstandsfähigkeit übertreffen sie alle andern bekannten Organismen. Den Bacillus subtilis kann man nach Nägeli viele Stunden im Wasser kochen, ohne dass er seine Lebensfähigkeit einbüsst.

Nach Darlegung der morphologischen und physiologischen Verhältnisse der für die Bierbrauerei wichtigen Pilzgruppen geben wir nun eine specielle Darstellung über den

Ernährungschemismus der niederen Pilze.

Es ist über diesen Gegenstand in neuerer Zeit (Juli 1879) eine ausgezeichnete Arbeit von Herrn Prof. v. Nägeli (bayr. Acad. d. Wiss. math. phys. Cl.) erschienen, welche Licht in dieses interessante Feld gebracht hat, und wir folgen hier den Ergebnissen dieser Arbeit.

Bekanntlich können die Pilze ihren Kohlenstoffbedarf nicht aus der Kohlensäure decken, da sie nicht, wie die höheren Pflanzen, die Fähigkeit besitzen, Kohlensäure zu reduciren und in höher zusammengesetzte Kohlenstoffverbindungen zu verwandeln. Der zum Aufbau ihres Leibes nöthige Kohlenstoff muss ihnen daher in anderer Form geboten werden, nämlich in Form organischer Verbindungen; nur ist die Frage die: Welche organischen Verbindungen sind geeignet zur Ernährung der Pilze, müssen es complicirte sein oder genügen auch schon verhältnissmässig einfach constituirte, und welchen Einfluss hat die chemische Constitution der betreffenden Verbindung auf die Ernährungstüchtigkeit derselben? Liebig behauptete, dass den Pilzen bloss eiweissartige Stoffe zur Ernährung dienen könnten. Schon im Jahre 1858 aber wurde von Pasteur naehgewiesen, dass Sprosshefepilze durch weinsaures Ammonik und Zucker, Penicillium durch weinsaures Ammoniak allein ernährt werden könne. Da genannter Forscher bei den angestellten Versuchen ein Verschwinden des weinsauren Ammoniaks und die gleichzeitige Zunahme der Pilzsubstanz beobachtete, ferner auch nachwies, dass bei Anwendung von Traubensäure allmälig auch rechtsdrehende Weinsäure von den Pilzen aufgenommen wird, während die linksdrehende noch in der Flüssigkeit bleibt, so war es unzweifelhaft, dass seine Angaben richtig waren.

Schon in den Jahren 1868 und 69 arbeitete Nägeli allein, dann 1870/1 und 1875/6 mit seinem Sohne Dr. Walter gemeinsam an der Lösung des Problems der Ernährung der Pilze und stellte sich die Frage folgendermassen: „Aus welchen Verbindungen vermögen die Pilze die Elemente C, H, O, N zu entnehmen, um ihre Substanz zu vermehren? Die Elemente H und O können dabei ausser Acht gelassen werden, weil dieselben entweder in den Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen ent-

halten sind oder dem Wasser und dem freien Sauerstoff entnommen werden. Es handelt sich also nur um Kohlenstoff und Stickstoff."

Bei Vergleich der verschiedenen organischen Verbindungen bezüglich ihrer Ernährungstüchtigkeit wurden natürlich die unlöslichen oder schwerlöslichen ausgeschlossen; für sie ist es ja selbstverständlich, dass sie den Pilz nicht ernähren können, weil derselbe nur gelöste Stoffe in sich aufzunehmen vermag. Von schwerlöslichen Substanzen gehen zwar geringe Mengen in Lösung und werden jedenfalls von dem Pilz auch aufgenommen (und zwar um so leichter, weil schwerlösliche Substanzen, mit geringer Kraft von dem Wasser zurückgehalten werden); allein, da die Pilzzellen durch Oxydation und Ausscheidung stets einen grossen Gewichtsverlust erleiden, so reicht die langsame Nahrungsaufnahme aus sehr verdünnten Lösungen nicht aus, um denselben zu decken. „Wenn daher eine schwerlösliche Substanz nicht zu ernähren vermag, so muss die Ursache nicht etwa nothwendig in ihrer chemischen Constitution gesucht werden".

Als zweiter Factor ist bei Erforschung der Ernährungstüchtigkeit verschiedener organischer Verbindungen noch in's Auge zu fassen, dass manche derselben giftig auf den Pilzorganismus wirken, wenigstens in gewisser Concentration. Wenn dieser Factor mitwirkt, kann man natürlich nicht beurtheilen, ob die betreffende Verbindung ernährungstüchtig sei oder nicht, da sie ja schon durch ihre Giftigkeit dem Organismus schadet. Uebrigens werden die Gifte bei gewisser Verdünnung unschädlich; ja es können sogar Gifte, die in stärkerer Concentration die beste Nährlösung untauglich machen, in viel geringerer Concentration selbst als Nahrung dienen.

Um zunächst von den Stickstoffquellen zu sprechen, welche für die niederen Pilze zur Ernährung benützt werden können, so lautet Nägeli's Urtheil dahin, dass sämmtliche organische Verbindungen, welche den Stickstoff als Amid oder Amin enthalten, ernährungstüchtig sind; dabei ist es gleichgültig, ob der Kohlenstoff der Verbindung zur Ernährung verwendet werden kann oder nicht. Ferner sind ernährungstüchtig Ammoniaksalze und salpetersaure Salze, letztere nur für Schimmel- und Spaltpilze, nicht für Sprosspilze. Als Beispiele für ernährungstüchtige Amide und Amine erwähnt Nägeli: Acetamid, Methylamin, Aethylamin, Propylamin, Asparagin, Leucin. Aus diesen vermögen die Pilzzellen Kohlenstoff und Stickstoff zu entnehmen, während sie aus Oxamid und Harnstoff bloss den Stickstoff verwenden können. Für die grünen Pflanzen ist es längst festgestellt, dass sie den Stickstoff der Luft, der ihnen doch so massenhaft geboten ist, nicht zum Aufbau ihrer Zellen verwenden; für die Pilze steht es durch Nägeli's Untersuchungen fest, dass freier Stickstoff nicht assimilirt werden kann, ebenso nicht der Stickstoff aus Cyan und aus allen Verbindungen, in denen er nur als Cyan enthalten ist. „Wenn solche Verbindungen zuweilen als Stickstoffquellen zu dienen scheinen, so geschieht es wohl nur desswegen, weil aus dem Cyan vorher unter Wasseraufnahme Ammoniak abgespalten wird, was durch die Gährwirkung der Spaltpilze verursacht werden kann." Für Sprosshefe sind, wie schon erwähnt, salpetersaure Salze zur Ernährung nicht zu brauchen; die Anwesenheit der Salpetersäure wirkt bei diesen Pilzen kaum günstiger, als wenn gar keine Stickstoffquelle vorhanden wäre; zwar vermehrt die Sprosshefe durch Bildung von Cellulose und Fett ihr Gewicht, aber der Gesammtstickstoffgehalt wird bedeutend vermindert. Fragt man wie es kommt, dass manche Pilze die Salpetersäure nicht zu assimiliren vermögen, so muss dies dahin beantwortet werden, dass nicht alle Pilze das gleiche

Reductionsvermögen besitzen; denn Salpetersäure kann als solche von dem Pilz nicht verarbeitet werden, sondern muss erst in Ammoniak übergehen, um zur Assimilation dienen zu können. „Suchen wir einen allgemeinen Ausdruck für die Ernährungstüchtigkeit der Stickstoffverbindungen, so können wir wohl sagen, dass der Stickstoff am leichtesten assimilirt wird, wenn er als NH_2 vorhanden ist, weniger leicht, wenn er mit 1 Atom H verbunden ist (als NH), noch weniger leicht, wenn er als NO (ohne H) vorkommt, und dass er gar nicht assimilirt zu werden vermag, wenn er mit andern Elementen als mit H und O verbunden ist. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass in einer solchen Verbindung durch die oxydirende Wirkung der Pilze selbst zuerst die Gruppe NO und aus derselben dann durch Reduction NH_2 entstehen kann. Dies ist wohl der Fall mit Trimethylamin und Triaethylamin."

Um die Kohlenstoffverbindungen, welche den Pilzen zur Ernährung dienen können, ausfindig zu machen und aus dem Gefundenen allgemeine Gesetze ableiten zu können, verglich Nägeli eine Reihe von organischen Verbindungen auf ihre Ernährungstüchtigkeit, wobei immer im Auge behalten wurde, dass für Schimmelvegetation die Lösung beträchtlich sauer, für Spaltpilzvegetationen ziemlich alkalisch sein dürfe. Dabei stellte sich nun heraus, dass die Pilze fast aus sämmtlichen Kohlenstoffverbindungen ihren Kohlenstoffbedarf zu beziehen vermögen, insofern dieselben überhaupt löslich sind (hat die Verbindung allzu saure oder allzu alkalische Eigenschaften, so müssen dieselben durch unorganische Säuren oder Basen abgestumpft werden). So können die Humussubstanzen für Schimmel- und Spaltpilze als Kohlenstoffquelle dienen, insoferne sie löslich sind. Das aus Zucker hergestellte Humin ist aber nicht fähig einen Pilz zu ernähren, ohne Zweifel nur desswegen, weil es nicht löslich ist. Nur wenige lösliche organische Verbindungen bilden eine Ausnahme und können den Pilzen nicht als Kohlenstoffquelle dienen. Dahin gehören: Harnstoff, Ameisensäure, Oxalsäure, Oxamid. Kohlensäure und Cyan vermögen nicht zu ernähren, zählen aber auch nach der gewöhnlichen Auffassungsweise nicht zu den organischen Verbindungen.

Aus zahlreichen angestellten Versuchen leitet Nägeli das Gesetz ab, dass nur solche Kohlenstoffverbindungen ernähren können, welche die Gruppe CH_2 oder CH enthalten, wogegen der Kohlenstoff nicht assimilirt werden kann, wenn er unmittelbar nicht mit H sondern mit andern Elementen zusammenhängt, wie dies ja bei den genannten Ausnahmen (Harnstoff, Oxamid, Oxalsäure), ferner auch in der Cyangruppe der Fall ist; bei all diesen sind die Kohlenstoffatome direct nur an Stickstoff- und Sauerstoffatome befestigt.

Indess zeigen sich die ernährungstüchtigen Kohlenstoffverbindungen durchaus nicht alle in gleicher Weise befähigt, einen Pilz zu ernähren, sondern es finden hierin grosse Verschiedenheiten statt. Auch darin lässt sich eine gewisse Gesetzmässigkeit erkennen, die Nägeli dahin formulirt, dass er sagt, eine Verbindung ernähre um so besser, je vollständiger sie eine Atomgruppe besitze, wie sie die zu bildende Substanz bedarf und um so schlechter, je unvollständiger sie diese Gruppe enthält. Verbindungen mit nur 1 Atom Kohlenstoff (Methylamin) ernähren am schwierigsten oder gar nicht (wie Ameisensäure oder Chloral); je grösser die Kohlenstoffkette in einer Verbindung wird, desto ernährungstüchtiger ist die Substanz, wie das z. B. daraus hervorgeht, dass Leucin mit 6 Atomen Kohlenstoff besser ernährt als Asparagin mit 4 Atomen Kohlenstoff. Ausserdem aber kommen noch andere Constitutionsverhältnisse in Betracht. Es ist z. B. nicht

gleichgiltig, ob an einem Kohlenstoffatom bloss Wasserstoffatome sitzen oder ob auch Sauerstoffatome daran befestigt sind; denn die Gruppe $CH_2 OH$ ernährt unter übrigens gleichen Umständen besser als die Gruppe CH_3, ferner die Gruppe $CH_2—CHO$ besser als $CH_2—CH_3$; die Befestigung von Hydroxyl neben Wasserstoff an demselben Kohlenstoffatom wirkt also günstig auf die Ernährungstüchtigkeit der Verbindung.

Ferner ist von grossem Belang für die Ernährungstüchtigkeit einer Verbindung, ob dieselbe leicht zersetzbar sei oder nicht; zur Zerlegung schwer zersetzbarer Substanzen muss natürlich die lebende Zelle mehr Kraft aufwenden als zur Spaltung einer leicht zersetzbaren, und etwas anderes als eine besondere Art der chemischen Zersetzung ist ja die Assimilation nicht. Allein diese Beziehungen sind sehr schwer zu beurtheilen, da ja eine und dieselbe chemische Verbindung gegen verschiedene chemische Einwirkungen verschiedene Widerstandskraft zeigt, und es lassen sich vorläufig daraus kaum allgemeine Gesetze ableiten. Indessen lässt sich, wenn man die Kohlenstoffquellen nach dem Grade ihres Nährwerthes in eine Reihe ordnet, doch einigermassen erkennen, wie durch das Zusammenwirken der chemischen Constitution und der chemischen Widerstandsfähigkeit eine bestimmte Assimilationsfähigkeit bedingt wird. Als günstigste Kohlenstoffquellen wirken die Zuckerarten, worauf Mannit, Glycerin und die Kohlenstoffgruppe im Leucin folgen. An dritter Stelle folgen Weinsäure, Citronensäure, Bernsteinsäure und die Kohlenstoffgruppe im Asparagin, während Essigsäure, Aethylalkohol und Chinasäure den 4. Rang einnehmen. Schlechter ernähren Benzoesäure, Salicylsäure und die Kohlenstoffgruppe im Propylamin, am schlechtesten die Kohlenstoffgruppe im Methylamin, ferner Phenol.

Natürlicher Weise gilt obige Reihe nur dann als unbedingt gültig, wenn die angewandte Stickstoffquelle die gleiche ist, da ausserdem nicht gesagt werden kann, wie viel jede der stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Verbindungen zum Versuchsresultat beigetragen hat. Es war nun von Interesse, auch die Assimilationsfähigkeit der vereinigten Stickstoff- und Kohlenstoff-Quellen zu kennen, zumal die Praxis immer eine Kenntniss der Ernährungstüchtigkeit ganzer Nährlösungen verlangt. Nägeli gibt auch hier wieder eine Stufenreihe, an deren erster Stelle als beste Mischung Eiweiss (Peptone) und Zucker stehen. An zweiter Stelle folgt Leucin und Zucker, an dritter weinsaures Ammoniak oder Salmiak und Zucker, an vierter Eiweiss (Pepton) allein, an fünfter Leucin allein, an sechster weinsaures Ammoniak, an siebenter essigsaures Ammoniak. In den Fällen, in welchen nur eine einzige Verbindung als Nährstoff aufgeführt ist, dient diesselbe natürlich zugleich als Stickstoff- und Kohlenstoff-Quelle (Eiweiss, Leucin). Sehr bemerkenswerth ist die ausserordentlich günstige Wirkung der Beigabe von Zucker, eine Thatsache, die bis jetzt noch nicht genügend aufgeklärt ist. Tritt bei dem angestellten Versuch Gährung ein (durch Gegenwart von Sprosspilzen) so ist jene Thatsache erklärlich, weil ja, wie Nägeli in seiner Gährungstheorie auseinandergesetzt hat, die Gährthätigkeit fördernden Einfluss auf die Ernährung des Gährerregers ausübt. Allein auch ohne Zutritt von Gährung (also bei reinen Schimmelculturen) äussert sich die günstige Wirkung des Zuckers, eine Sache die noch weiterer Klärung bedarf.

Die vorhin aufgeführte Stufenfolge wurde an einer Versuchsreihe mit Schimmelpilzen (Penicillium) gewonnen; indess liefern Spross- und Spaltpilze im Wesentlichen dieselben Resultate. Immer bildet Pepton und Glycose, mag Gährung stattfinden

oder nicht, das beste Nährmaterial. Eine Lösung von 1% Pepton und 1% Zucker gab z. B. eine viermal so grosse Zunahme der Sprosshefe als eine Lösung von 1% weinsaurem Ammoniak, eine Thatsache, aus welcher sich leicht erklären lässt, warum Flüssigkeiten aus Pflanzen und Thieren und Absude von pflanzlichen und thierischen Geweben meist eine sehr lebhafte Vegetation niederer Pilze hervorbringen.

Indessen, will man durch derartige Versuche auf richtige Resultate kommen, so sind immer gewisse Versuchsbedingungen einzuhalten, die nicht ausser Acht gelassen werden können, ohne dass die Richtigkeit des Resultates wesentlich in Frage gestellt würde. Zu diesen Versuchsbedingungen gehört vor Allem, dass nur gleiche Species mit einander verglichen werden dürfen, da sich verschiedene Pilze gegen ein und dasselbe Ernährungsmittel nicht gleich verhalten. So ernährt Salpetersäure die Schimmelpilze und Spaltpilze, nicht aber die Sprosspilze, wie schon oben erwähnt wurde. Nach den Beobachtungen von Herrn Dr. Hans Buchner wachsen die Heubacterien in Asparagin und Leucinlösung, während die von ihnen abstammenden (also nur varietätlich verschiedenen) Milzbrandbacterien nicht durch Asparagin und Leucin und überhaupt nur durch Eiweiss und Eiweisspeptone ernährt werden. Man darf also immer nur gleiche Pilze mit einander vergleichen, wobei aber für gewöhnlich die Pilzculturen nicht vollständig rein zu sein brauchen; es genügt, wenn eine Pilzform in weit überwiegender Menge vorhanden ist.

Will man eine Schimmelvegetation erhalten, so ist die Nährlösung hinreichend sauer zu machen (durch etwa 0,5% Phosphorshäure), ein Umstand, welcher die Entwicklung der Spaltpilze in derselben Flüssigkeit hindert. Will man Spaltpilzkulturen haben nnd die Schimmelpilze ausschliessen, so kann das bewirkt werden durch Neutralhalten oder schwach Alkalischmachen der betreffenden Nährlösung. Die Sprosspilze verhalten sich hiebei im Allgemeinen wie die Schimmelpilze und treten auch sehr häufig zugleich mit ihnen auf, nur in geringerer Menge.

Schwieriger ist es, vollständig reine Pilzkulturen zu erhalten. Nägeli gibt auch hierüber Vorschriften und zeigt, wie eine ganz reine Schimmelvegetation oder eine ganz reine Cultur irgend eines gewünschten Spaltpilzes erhalten werden könne. Indess würde es zu weit führen, wollte man hier darauf eingehen.

Um vergleichbare Resultate zu bekommen, muss ferner jede Gährthätigkeit ausgeschlossen werden, da sie das Wachsthum so ausserordentlich befördert. Ist also eine von den verglichenen Verbindungen gährfähig, die andere nicht, so wird natürlich das Resultat zu Gunsten der ersteren ausfallen, ohne dass sie desswegen für alle Fälle ein besseres Nährmittel zu sein brauchte. Wenn man Schimmelpilze, die bekanntlich keine Gährung verursachen können, einerseits mit Zucker anderseits mit Glycerin ernährt, so erhält man Resultate, welche genau dem Nährwerth der beiden Verbindungen entsprechen. Wird dagegen Sprosshefe (Sacharomyces) angewendet, so wächst dieselbe in der Zuckerlösung ausserordentlich viel besser, weil sie darin Gährung verursacht. „Das Glycerin ernährt sie nach dem seiner Constitution zukommenden Werthe, der Zucker dagegen nicht bloss nach Massgabe seiner Constitution, sondern ausserdem noch vermöge der Spannkraft, welche bei der Gährung frei und auf das lebende Plasma übertragen wird.“ Spaltpilze können bekanntlich verschiedene Gährungen bewirken und beziehen aus jeder derselben eine andere Kraftmenge. Bei vergleichenden Ernährungsversuchen ist also immer darauf Rücksicht zu nehmen, und man hat sich immer

die Frage vorzulegen, in wie weit die verursachte Gährung das Resultat des Versuches beeinflusst hat.

Noch andere Umstände beeinträchtigen die Vergleichung der Versuche, Umstände, die nicht leicht beseitigt werden können. So macht die verschiedene Fähigkeit der Kohlenstoffverbindungen, durch Membranen hindurchzugehen, die Resultate der Forschungen über die Ernährungstüchtigkeit organischer Verbindungen unsicher. So besitzen z. B. die verschiedenen Peptone in verschiedenem Grade die Fähigkeit zu diosmiren, und die schwer diosmirenden müssen erst von den Pilzen durch ausgeschiedene Fermente in leichter durchgehende verwandelt werden. Die Pilze vollbringen diese Arbeit nicht alle in gleicher Zeit, die einen (Spaltpilze) thun sie rasch, die andern (Schimmelpilze) langsam; Spaltpilze peptonisiren, wie man das nennt, in neutralen und alkalischen Flüssigkeiten sehr gut, Schimmelpilze in sauren. Wenn also eine Eiweisssubstanz den Pilz nicht gut ernährt, so kann man nicht von vorneherein sagen, diese Substanz sei überhaupt ernährungsuntüchtig (sie wurde ja von der Zelle vielleicht gar nicht aufgenommen), sondern es muss erst noch geprüft werden, inwieweit die ungünstigen Resultate auf die erwähnten Umstände zurückzuführen seien.

Ein weiterer Umstand bei solchen Versuchen ist der, dass die Nährlösung durch die Pilzvegetation verändert wird, wodurch sie für die nämlichen oder für andere Pilze bald günstig bald ungünstig ausfällt. Es ist schon längst bekannt, dass bei der Milchsäuregährung das Wachsthum der Spaltpilze nach einiger Zeit aufhört, wenn nicht die freie Säure durch Kalk neutralisirt wird. Ernährt man einen Pilz mit essigsaurem Ammoniak so wird die Flüssigkeit durch kohlensaures Ammoniak alkalisch und für Schimmel- und Sprosspilze, nachher auch für Spaltpilze ungünstiger. „Enthält die angewendete Flüssigkeit freie Säure, so wird sie nach und nach neutral und dann alkalisch; die Schimmel- und Sprosspilze, die Anfangs begünstigt waren, werden nachher von den Spaltpilzen verdrängt. Ist die Nährlösung so sehr alkalisch geworden, dass alles Pilzwachsthum aufhört, so vermindert sich bei längerem Stehen die alkalische Beschaffenheit durch Entweichen von Ammoniak, und die Pilze können wieder wachsen.“ Auch bei Anwendung von Asparagin, Kreatin, Harnsäure etc. wird die Nährflüssigkeit bei der Assimilation durch Freiwerden von Ammoniak alkalisch.

Auch sauer kann eine Nährlösung in Folge der Ernährungsthätigkeit des Pilzes werden, wie Nägeli bei mehreren Versuchen bemerkte.

Es treten also bei der Assimilation neue Verbindungen auf; und immer, wenn diese in grösserer Menge sich anhäufen, wird dadurch die Vegetation der Pilze und die Ernte wesentlich beeinflusst. Andere Stoffe bilden sich in so geringer Menge, dass sie bei der Vergleichung verschiedener Nährsubstanzen vernachlässigt werden können. So namentlich geringe Mengen Farbstoff: Die Flüssigkeit mit weinsaurem Ammoniak wurde bei den Nägeli'schen Versuchen grünlich, die mit milchsaurem Ammoniak blaugrün, die mit Harnstoff und Weingeist stark grün und fluorescirend, die mit Asparagin hellgrün etc.

Ausser der Kohlenstoff- und Stickstoffverbindung bedürfen die niederen Pilze wie die übrigen Pflanzen noch gewisser mineralischer Stoffe, die entweder zum vor sich Gehen des Chemismus in den Pflanzen nöthig sind oder selbst in die Zusammensetzung der organischen Substanz eintreten. Es möge daher noch einiges erwähnt sein über die Ernährung der niederen Pilze durch Mineralstoffe.

Die Pilze sind bezüglich der Mineralstoffe nicht sehr wählerisch. „Sie können mit 4 Elementen auskommen 1) Schwefel 2) Phosphor 3) einem der Elemente Kalium, Rabidium oder Cäsium 4) einem der Elemente Calcium, Magnesium, Baryum oder Strontium,“ während die höheren Pflanzen zugleich Calcium und Magnesium und überdies noch Eisen und Silicium bedürfen.

Der Schwefel ist den Pflanzen unentbehrlich, weil er einen Bestandtheil der Albuminate bildet, die ja immer die wichtigsten Stoffe aller organischen Wesen sind; er kann durch kein anderes Element ersetzt werden. Die Quellen aus welchen die Pilze ihren Schwefel beziehen, sind verschiedene. Werden ihnen Albuminate als Nahrung geboten, so verwenden sie auch den darin enthaltenen Schwefel zu ihrem Bedarf. Aber auch aus Schwefelsäure vermögen sie sich den Schwefel anzueignen, ebensogut wie aus der schwefligen und unterschwefligen Säure.

Was das Kalium als Nährstoff der Pilze betrifft, so ergibt sich aus den von Nägeli angestellten Versuchen, dass dasselbe durch manche Elemente ersetzt werden kann, nämlich durch die ihm auch in chemischer Beziehung so nahe verwandten Elemente Rubidium und Cäsium. Andere nahestehende Elemente wie Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium, Magnesium, oder die Gruppe Ammonium, können nicht für Kalium eintreten. Merkwürdiger Weise verhalten sich höhere Pflanzen bezüglich des Rubidiums und Cäsiums anders als die Pilze; dort können nämlich Rubidium und Cäsium nicht für Kalium in den Organismus eintreten.

Was die alkalischen Erden anlangt, so wurde schon oben gesagt, dass Calcium und Magnesium sich gegenseitig vertreten können und beide auch durch Baryum oder Strontium, nicht aber durch Kalium oder ein anderes der eigentlichen Alkalien ersetzt werden können.

Fragt man, woher es kommt, dass basische Elemente bald für einander eintreten können bald nicht, wie dies ja bezüglich der Alkalien und Erdalkalien der Fall ist, so gelangt man nothwendig zur Schlussfolgerung, dass die Alkalien unter sich dieselbe physiologische Funktion haben, ebenso die Erdalkalien, dass aber die physiologische Rolle der Alkalien von der der Erdalkalien verschieden sei. Nägeli ist nun der Ansicht, dass die alkalischen Erden wohl nur als Einlagerungen in die organisirten Substanzen, Plasma und Zellmembran, verwendet werden, was etwa so vorzustellen wäre, dass die Substanzmoleküle jener besser an der Oberfläche der Albuminat- und Cellulosemicelle festhaften (Micelle nennt Nägeli die kleinsten Theile eines organisirten Körpers, die von bestimmter krystallinischer Form sind und von Wasserhüllen umgeben sind.) Die in die Albuminate eingelagerten Salze sind Phosphate, welche verschiedene Basen (Magnesia, Kalk, Baryt oder Strontian) enthalten können, während die zwischen die Cellulosemicelle eingeschobenen Salze, so viel bekannt, gewöhnlich Kalksalze und zwar entweder oxalsaurer Kalk oder kohlensaurer Kalk sind.

„Während die Salze der alkalischen Erden als Einlagerungen, also eigentlich im festen Zustand in den Zellen enthalten sind, kommen die Salze der Alkalien wohl nur als Lösung in der freien und in der die organisirte Substanz durchdringenden Zellflüssigkeit vor. Einmal wirken sie durch ihre blosse Anwesenheit (durch katalytische Kraft oder Contactwirkung), indem ihre molecularen und intramolecularen Bewegungen und die von ihnen ausgehenden Kräfte auf die verschiedenen Lebensprocesse einen begünstigenden oder hemmenden Einfluss ausüben. Ferner mag ein Theil des Alkali's als Stoffträger bei den Umsetzungen dienen, indem sich Säureradicale vorübergehend

damit verbinden.“ Die chemische Untersuchung gibt über diese Fragen nur wenig Aufschluss. So viel man aus den Aschenanalysen der Bierhefe, die auch für die übrigen Pilze als gültig zu betrachten sind, schliessen kann, enthält die Hefe nur phosphorsaure und pflanzensaure Salze. Wie sich aus den relativen Mengen zwischen Säure und Basis ergibt, müssen es saure Salze sein, die in der Hefe enthalten sind, zeigt ja auch die Bierhefe immer saure Reaction. Als die wahrscheinlichste Annahme ergibt sich, dass das Kali als Monokaliumphosphat ($K H_2 P O_4$) und Dikaliumphosphat ($K_2 H PO_4$) in der Zellflüssigkeit gelöst, ferner dass ein Theil der alkalischen Erden als Phosphat im Plasma und ein anderer Theil in Verbindung mit organischen Säuren (z. B. Citronensäure) in der Zellmembran eingelagert sei.

Warum verhalten sich nun die chemisch so nahe verwandten Elemente der Alkalien und alkalischen Erden so ungleich, warum dienen die alkalischen Erden zur Einlagerung, während die Alkalien nur in Lösung wirksam sind? Es liegt der Grund hiefür vielleicht darin, dass die Salze der alkalischen Erden schwerlöslich oder unlöslich sind, während die der Alkalien sich leicht in Wasser lösen und daher der Anziehung der organisirten Substanz weniger zugänglich sind.

Eine weitere Frage, warum nämlich Kalium, Rubidium und Cäsium, nicht aber Natrium und Lithium als Nährstoffe benützt werden können, lässt sich vielleicht durch ähnliche Betrachtungen lösen. Nägeli findet für das verschiedene Verhalten dieser so nahe verwandten Elemente keinen andern Grund als den ihrer verschiedenen Verwandtschaft für Wasser. Die Salze von Kalium, Rubidium und Cäsium haben nämlich eine viel geringere Verwandtschaft zu Wasser als die von Natrium und Lithium, was schon daraus erhellt, dass die ersteren ohne Krystallwasser, letztere mit Krystallwasser sich aus Lösungen ausscheiden. Die Natrium- und Lithiumsalze haben also im gelösten Zustand eine Hülle von festgebundenen Wassermolekülen um sich, sind also auch weniger geeignet, die physiologische Rolle der Kalisalze nämlich die der Contactwirkung und der Betheiligung am Stoffwechsel zu übernehmen. Die Wasserhülle des Salzmoleküls würde die unmittelbare Annäherung an ein anderes Molekül und die Wirksamkeit der anziehenden oder abstossenden Kräfte auf dasselbe verhindern oder wenigstens sehr erschweren. Auch als vorübergehender Träger von Säureradicalen würde sich ein solches Salzmolekül weniger eignen, weil es nicht damit in unmittelbare Berührung treten und seine Verwandtschaft nicht kräftig genug geltend machen könnte. Das ist jedenfalls auch der Grund, warum Kalisalze von der Ackerkrumme und von organisirten Substanzen viel energischer festgehalten werden als Natriumsalze; letztere sind eben durch ihre Wasserhüllen verhindert, fremden Anziehungen in ausgiebiger Weise Folge zu leisten.

Schliesslich möge noch eine von Nägeli aufgestellte Normalflüssigkeit aus Zucker, Ammoniak und Asche, die sich für die meisten Culturversuche eignet, hier Platz finden: Wasser 100 cc, Zucker 3 g, Ammontartrat 1 g, mit Phosphorsäure neutralisirte Asche von Erbsen, Weizenkörnern oder Cigarren 0,4 g oder Hefenasche in etwas geringerer Menge.

Quellung und Keimung der Samen.

Allgemeines über den Bau der Samen und ihre chemischen Bestandtheile.

Man unterscheidet an einem Samen zunächst die Samenschale oder Testa, welche demselben als Schutz dient und auch nicht unerheblich bei dem Quellungsprocess betheiligt ist, und das Innere des Samens. Die Samenschale kommt von sehr verschiedener Beschaffenheit vor, ist bald häutig, bald lederartig, bald steinhart, selten ist sie fleischig (bei den beerenartigen Samen der Granatfrucht). Mitunter ist ihre Oberfläche von solcher Beschaffenheit, dass sie beim Befeuchten schleimartig wird (Quitten- und Leinsamen); solche Samen sind also von einer oberflächlichen Schleim- oder Quellschicht überzogen; bei andern ist die Quellenschicht innen. Die Testa ist bald glatt, bald punktirt, warzig, stachelig oder mit netzförmigen Erhabenheiten bedeckt. Bei vielen Pflanzen besitzt der Same oberflächliche Anhängsel, welche als Flugapparate gedeutet werden müssen und bei der Verbreitung der Samen eine wesentliche Rolle spielen. So sind die Samen der Weiden an der Basis mit langen Haaren versehen, werden natürlich durch Luftströmungen leicht fortgeführt und können, wenn sie bei ihrem Herabfallen günstigen Boden treffen, an sehr entfernten Stellen wieder aufkeimen. Bei manchen ist die Oberflächenbeschaffenheit des Samens darauf berechnet, eine Verschleppung desselben durch Menschen und Thiere zu bewerkstelligen. Hieraus erklärt sich, wie manche Pflanzen oft plötzlich an weitentfernten Orten auftreten, wohin ihre Samen nur mittelst zufälliger Verschleppung durch Menschen und Thiere gelangt sein können. Kurz die äussern Theile der Samen sind von grösster Wichtigkeit, nicht bloss in der genannten Beziehung, sondern namentlich auch als Schutz für das Sameninnere, und spielen aber auch bei der Keimung eine Rolle, wie wir später sehen werden.

Rücksichtlich des Inneren des Samens haben wir vor Allem 2 Hauptkategorieen von Samen zu unterscheiden: 1) Samenweisslose, 2) Samenweisshaltige Samen. Bei ersteren ist das ganze Innere ausgefüllt vom Keimling, und in diesem Falle sind die Keimblätter selbst fleischig angeschwollen und enthalten die Reservenahrungsstoffe (Bohnen, Erbsen). Bei letzteren sind die Keimblätter dünn und klein; die Reservenahrungsstoffe sind hier in einem ausserhalb des Keimlings befindlichen Gewebe, dem Samenweiss oder Endosperm abgelagert. Zu letzterer Kategorie gehört der Gerstensame. Rücksichtlich der gegenseitigen Lage von Keimling und Samenweiss unterscheidet man verschiedene Fälle. Umschliesst das Samenweiss den Keimling, (wie bei Schwertliliensamen), so heisst es peripherisch; liegt es neben dem Keimling, wie bei der Gerste, so heisst es seitlich anliegend; wird es vom Embryo umgeben (wie bei der Lichtnelke), so heisst es central. Das Samenweiss ist bald schleimig, bald fleischig, bald mehlig, bald knorpelig, bei der Dattel ist es steinartig erhärtet.

Der Keimling (Embryo) zeigt verschiedene Beschaffenheit, und diese ist für die Pflanzen ausserordentlich charakteristisch. Zunächst sind zwei Hauptarten von Keimlingen zu unterscheiden, solche mit einem Keimblatt und solche mit zwei Keimblättern. Die Einblättrigkeit oder Zweiblättrigkeit des Keimes hat zwei grossen Pflanzengruppen den Namen gegeben, den Monocotyledonen und Dicotyledonen (Cotyledon = Keimblatt). Bekanntlich gehört die Gerste zu den Pflanzen mit einem Keimblatt; das als Schildchen oder Scutellum bezeichnete Organ des Keimlings, welches

zunächst an das Samenweiss grenzt, ist dort das Keimblatt. Wenige Pflanzen (z. B. die Fichte) haben mehr als zwei Keimblätter. Ausser den Keimblättern unterscheidet man am Keimling noch zwei sehr wesentliche Bestandtheile, nämlich das Knöspchen (plumula), welches gewöhnlich von den Keimblättern eingehüllt wird und die Anlage zu Blatt und Stengel vorstellt; dann das Würzelchen, welches bei der Keimung zunächst aus dem Samen hervorbricht. Rücksichtlich der gegenseitigen Lage der Theile des Keimlings oder Embryo's unterscheidet man einen geraden Keimling, einen gekrümmten, einen spiralig oder schneckenförmig eingerollten etc. Bei dicotyledonischen Pflanzen ist im Allgemeinen mehr der Cotyledonartheil, bei monocotyledonischen mehr der Stengeltheil oder das Würzelchen ausgebildet.

Um speciell von dem Gerstenkorn zu reden, so recapituliren wir hier ganz kurz das, was im II. Bd. p. 153 über den Bau desselben gesagt ist. Das Gerstenkorn ist der von den Spelzen und der Fruchthaut umgebene Gerstensame. Die Spelzen lassen sich leicht entfernen, während die Fruchthaut mit der Samenschale fest verwachsen ist. Das Sameninnere besteht zum grössten Theil aus dem Samenweiss oder Endosperm, welchem an dem einen Ende des Samens der Keimling anliegt. Die äusserste Lage des Endosperms ist die sogenannte Kleberschicht mit Aleuronkörnern, welche nur auf der an das Keimblatt grenzenden Seite fehlt; die inneren Partieen des Endosperms bilden den Mehlkörper mit reichlicher Stärkeablagerung. Am Keimling unterscheidet man das Keimblatt, das Knöspchen und 4—5 von der Wurzelscheide umgebene Wurzelanlagen. Zwischen Keimblatt und Endosperm liegt ein sogenanntes Aufsaugeepithel, durch welches hindurch bei der Keimung die Reservenahrungsstoffe vom Endosperm in den Keimling wandern.

Von den chemischen Bestandtheilen der Samen interessiren uns hier vorzüglich die Reservenahrungsstoffe. Denn im übrigen sind die Bestandtheile des Samens keine andern als die sonstiger Pflanzengewebe. Der Same besteht eben aus Zellen mit Protoplasma (eiweissartigem Körper), Zellhaut (Cellulose), Zellsaft mit verschiedenen gelösten Stoffen. Manche Partieen des Samengewebes enthalten aber ausser den genannten gewöhnlichen Zellbestandtheilen noch grosse Mengen von Ablagerungsstoffen; und zwar sind es entweder die Keimblätter, welche als Reservestoffbehälter dienen, oder das Samenweiss, wenn ein solches vorhanden ist. Die abgelagerten Reservestoffe können wir in zwei Gruppen bringen, in sticksstoffhaltige und stickstofffreie. Unter den stickstoffhaltigen Ablagerungsstoffen interessiren uns hier in erster Linie die Proteinkörper. Die im vegetabilischen Organismus vorkommenden Proteinstoffe kann man im Allgemeinen in drei Gruppen bringen, Albuminstoffe, Pflanzencaseine und Kleberproteinstoffe. Während die Albuminstoffe in den Pflanzensäften in reichlicheren Mengen vorhanden sind, werden sie in den meisten ruhenden Samen nur in geringen Quantitäten angetroffen. Zu den Pflanzencaseinen rechnet man das Legumin, das Conglutin und das Gluten-Casein. Sie lösen sich im reinen Zustand nur in äusserst geringen Mengen im Wasser auf; dagegen werden sie von verdünnter Kalilauge und von Lösung phosphorsaurer Salze reichlich aufgenommen. Aus ihren Lösungen werden sie auf Zusatz sehr geringer Säuremengen und durch Lab in Form von flockigen Substanzen gefällt. Das Legumin kommt hauptsächlich in den Samen der Leguminosen vor. Uebrigens sollen die aus verschiedenem Material gewonnenen Legumine nicht mit einander identisch sein, sondern sich in grösserem

oder geringerem Grade von einander unterscheiden. Im Hafer kommt auch ein Legumin vor, welches dem der Leguminosensamen sehr nahe verwandt ist, und das man als Haferlegumin oder Avenin bezeichnet. Das Conglutin kommt in den Samen der verschiedenen Lupinenarten, sowie in den süssen und bittern Mandeln vor. Das Glutencasein ist namentlich in den Samen der Gräser abgelagert, vorzüglich im Weizen; der Kleber, welcher durch Auskneten von Weizenmehl erhalten wird, besteht zum Theil aus ihm, enthält aber neben dem Gluten-Casein noch in Alkohol lösliche Proteinstoffe. Auch aus Buchweizen lässt sich eine Substanz herstellen, die im Wesentlichen mit dem Gluten-Casein übereinstimmt, aber mehr Schwefel enthält. Zu den Kleberproteinstoffen rechnet man das Glutenfibrin, das Gliadin oder den Pflanzenleim und das Mucedin. Diese Substanzen bilden im frischen wasserhaltigen Zustande mehr oder minder zähe, schleimige Massen; sie sind theilweise etwas löslich in Wasser, werden aber leicht von Weingeist und Wasser, das sehr wenig Säure oder freies Alkali enthält, aufgenommen. Das Glutenfibrin findet sich namentlich im Weizen, der Gerste und dem Mais. In ersterem bildet es gemeinsam mit Gliadin, Mucedin und Glutencasein den Kleber. Wenn man verdünnte Lösungen des Glutenfibrins concentrirt, oder wenn man in der Wärme bereitete concentrirtere Lösungen erkalten lässt, so scheiden sich an der Oberfläche dicke weiche Häute ab, die hinweggenommen sich immer wieder erneuern. Dies Verhalten ist charakteristisch für Glutenfibrin; weder Gliadin noch Mucedin zeigen dasselbe. Das Gliadin oder der Pflanzenleim findet sich z. B. im Weizen, löst sich in Wasser in geringen Mengen auf. Das Mucedin ist im Weizen, im Roggen und in der Gerste nachgewiesen worden und wird von Wasser weit leichter als der Leim aufgenommen. Abgesehen von den genannten Stoffen enthalten manche Samen andere stickstoffhaltige Verbindungen, die nicht zu der Gruppe der Proteinstoffe gehören. Als solche Körper sind zu nennen: Nicotin, Theobromin, Coffein, Strychnin, Brucin, Veratrin. Indess ist noch nicht festgestellt, ob diese Körper von Bedeutung für den Verlauf der Keimung sind (manche davon mögen wohl durch ihre Giftigkeit zur Abwehr gegen Thiere dienen); wir übergehen daher dieselben. Asparagin, welches bei der Keimung als Transportstoff eine grosse Rolle spielt, ist in ruhenden Samen nur höchst selten nachgewiesen worden, bildet sich also erst bei der Keimung. Von besonderem Interesse sind die in Samen vorkommenden Fermente, Diastase und Peptase, welche im Kapitel Gährung näher beschrieben sind. Gorup-Besanez hat nachgewiesen, dass die Wickensamen ein stickstoff- und schwefelhaltiges Ferment führen, welches grosse Aehnlichkeit mit dem Stickstoff des Magensaftes besitzt. Auch andere Samen enthalten dieses „Pflanzenpepsin." Dr. O. Löw hat gezeigt, dass die Diastase ebenfalls ein stickstoffhaltiger Körper von der Natur der Albuminate ist.*)

Von stickstofffreien Reservestoffen in den Samen sind die wichtigsten Stärke und Fett. Die Stärke ist in mehligen Samen, z. B. in den Getreidesamen, in grosser Menge abgelagert in Form von mikroscopisch kleinen Körnern, welche organisirte Structur besitzen und eine concentrische Schichtung mehr oder weniger deutlich erkennen lassen. Wir verweisen rücksichtlich der chemischen Eigenschaften der Stärke auf das im II. Bd. p. 77 hierüber Gesagte. Das Fett findet sich in den Samen in Form von Tröpfchen

---

*) Näheres siehe Mittheilungen von C. Michel über Theorie und Praxis aus dem Laboratorium nud Auskunftsbureau für Bierbrauerei und Malzfabrikation. München 1882 Bd. II S. 81.

abgelagert, bekanntlich oft in solcher Menge, dass es technisch daraus gewonnen wird. Stärke und Fett sind zwar chemisch sehr verschieden, aber als Reservenahrungsstoffe physiologisch gleichwerthig. Beide liefern beim Wachsthum des Keimlings das Material zur Bildung der Zellhäute, dienen also gleichem Zwecke. In manchen Fällen tritt auch Zellstoff in die Reihe dieser physiologisch gleichwerthigen Stoffe ein. „So im Endosperm der Dattel, deren harter Kern zum grössten Theil aus Zellstoff besteht, der in Form getüpfelter Verdickungsmassen der Endosperm-Zellhäute vorhanden ist; diese werden unter dem Einfluss des Saugorgans am Cotyledon des Keimes aufgelöst, ihre Lösungsprodukte in die wachsenden Keimtheile eingeführt, um hier schliesslich das Material zu dem Wachsthume der neuen Zellwände herzugeben (Sachs)."

So wird also der reifende Samen an der Mutterpflanze mit Allem ausgerüstet, was seiner Entwicklung dienlich ist. Er wird gewissermassen vollgepfropft mit Nahrung für die erste Zeit der Entwicklung des Embryo's, da das junge Pflänzchen in diesem Stadium noch nicht im Stande ist, selbst zu assimiliren d. h. aus unorganischen Stoffen organische für das Wachsthum und die Neubildung der Zellhäute sowie des Protoplasmas zu bereiten. Nun handelt es sich weiter darum: Wie wird der Same von der Mutterpflanze getrennt, wie werden die vielen Tausende von Samen zerstreut um genügend Raum für die Entwicklung der jungen Pflänzchen zu finden? Denn ist es auch dem Samen möglich, sich am selben Orte und also unter denselben Bedingungen wie die Mutterpflanze zu entwickeln, so kann es doch nur von grossem Nutzen sein, wenn die Samen ihre Entwicklung wenigstens in einiger Entfernung von einander beginnen, damit die einzelnen Individuen der heranwachsenden Pflanzen keinen zu harten Kampf um's Dasein zu bestehen haben. Zur Erreichung dieses Vortheils bestehen nun in der Pflanzenwelt zahlreiche Einrichtungen, von denen hier nur die wichtigsten genannt sein mögen. Das Aufspringen der Früchte ist in vielen Fällen ein wirksames Mittel, um eine gehörige Vertheilung der Samen herbeizuführen; denn dasselbe erfolgt häufig mit solcher Gewalt, dass die Samen weit von ihrer Mutterpflanze fortgeschleudert werden. Andere Samen sind, wie schon bemerkt, mit Flugapparaten (Haarkronen, Flügeln etc.) versehen, welche eine leichte Fortführung derselben durch den Luftzug ermöglichen. Auch das geringe specifische und absolute Gewicht der Samen trägt viel dazu bei, ihre Verbreitung zu ermöglichen. Kleine Samen können natürlich viel leichter als grosse transportirt werden. Theils werden sie durch Luftströmungen leicht fortgeführt, theils auch durch fliessendes Wasser, auf welchem sie vermöge ihres geringen specifischen Gewichtes schwimmen. Nicht wenig tragen auch die Thiere zur Verbreitung der Samen bei, indem letztere sich denselben durch Haftorgane anhängen oder durch das wohlschmeckende Fruchtfleisch von dem sie umgeben sind, Vögel etc. locken, sie zu verzehren. So werden die weissen Beeren der auf Bäumen schmarotzenden Mistel von der Misteldrossel verzehrt; indem nun die Vögel die Kerne dieser Früchte vom Schnabel abstreifen oder mit ihren Excrementen von sich geben, gelangen die Mistelsamen wieder auf andere Bäume, um sich dort zu entwickeln.

Sehr wichtig für die Fortpflanzung der Pflanzenspecies durch Samen ist auch die Erzeugung ungeheurer Mengen von Samen. Zwar ist es vortheilhaft für die Keimung des Samens, wenn er gross ist, weil dann mehr Nahrungsstoffe in ihm aufgegespeichert sind. Trotzdem aber findet man, dass die meisten Samen verhältnissmässig klein sind und ein geringes absolutes Gewicht besitzen. Man könnte also glauben

die Natur habe hier eine unzweckmässige Einrichtung getroffen. Indess ist der wahre Sachverhalt doch anders. Je kleiner die Samen sind, desto mehr können von der Pflanze producirt werden und desto sicherer ist es, dass wenigstens einige davon zur Keimung und Entwicklung gelangen. Jeder Same und jede Keimpflanze ist ja unzähligen Gefahren durch Thiere, durch ungünstige Boden- und Witterungsverhältnisse ausgesetzt, so dass die Production recht vieler Samen als ein bedeutender Vortheil für die Erhaltung der Species erscheint. Die Samenmengen der Pflanzen sind mitunter ganz erstaunliche: Nach Nobbe lieferte ein Excemplar von Senecio vulgaris nach der Ueberwinterung 1873 circa 40000 reife Samen. Das canadische Berufskraut producirt unter Umständen gegen 100000 Samen an einem einzigen Exemplar. Die Samenproduction vieler Pflanzen ist also eine so enorme, dass selbst dann, wenn die bei weitem grösste Menge der Samen zu Grunde geht, die Fortexistenz und Verbreitung der Gewächse durchaus nicht gefährdet wird.

Ganz besonders wird eine erfolgreiche Keimung der Samen dadurch begünstigt, dass viele Samen sehr langsam quellen oder dass sie auch im angequollenen Zustande noch lange Zeit verharren können, ohne zu keimen, ohne aber auch ihre Lebensfähigkeit einzubüssen. Würden die Samen unserer einheimischen Gewächse alle noch im selben Herbste keimen, in dem sie gereift sind, wie gefährlich müsste dies für die Existenz dieser Pflanzenspecies sein, da doch um diese Zeit der Frost oft fast die ganze Vegetation vernichtet? Thatsächlich keimen allerdings viele Samen bei uns an warmen Herbsttagen bei genügendem Feuchtigkeitgehalt des Bodens; indess eine weitere Samenquantität derselben Pflanzenspecies bleibt ungekeimt im Boden liegen, da durch irgendwelche Besonderheit im Bau des Samens die Quellung verlangsamt wird. Eben gereifte Samen der Eiche, Kirsche, Mandel etc. können sogar längere Zeit mit Wasser durchtränkt werden, ohne zu keimen; sie scheinen eine längere Ruheperiode regelmässig durchzumachen, ehe sie keimen.

Da die Samen meist grosse Schwankungen in Temperatur und sonstigen äussern Einflüssen durchzumachen haben, erscheint es von grosser Bedeutung für sie, dass ihre Gewebe sehr wasserarm sind. Es ist eine allgemeine Erscheinung, dass verhältnissmässig trockene Pflanzentheile bei weitem weniger empfindlich sind als sehr wasserreiche. Gegen zu starke Austrocknung, die am Ende doch schädlich wirken würde, sind manche Pflanzensamen (wie die Quittensamen) dadurch geschützt, dass sie aussen von einer sogenannten Schleimschicht umgeben sind. Dieselbe hat die Eigenschaft Wasser in grosser Menge zu absorbiren und hält dasselbe bei eintretender Trockenheit einige Zeit lang zurück. Uebrigens sind manche Samen derart resistent, dass selbst mehrmaliges Austrocknen und darauffolgendes Wiederbefeuchten ihnen die Keimfähigkeit nicht raubt.

Wir sehen also, dass gar verschiedenartige Einrichtungen getroffen sind, um eine erfolgreiche Keimung der Samen und die Lebenskräftigkeit der Samen selbst zu sichern. Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Keimung selbst!*)

Quellung der Samen: Ein lufttrockner Same besitzt nicht die Fähigkeit zu keimen. Wird demselben aber Wasser zugeführt, indem man denselben ein bis mehrere Tage im Wasser und dann auf feuchtes Fliesspapier oder Sand legt, so nimmt er grosse Mengen Feuchtigkeit in sich auf und keimt früher oder später, vorausgesetzt, dass sein

*) Wir folgen hiebei der Darstellung von Detmer: Vergleichende Physiologie des Keimungsprocesses der Samen, Jena, 1880.

Keim überhaupt lebensfähig ist. Die Ursache der Quellung der Samen bei Wasserzufuhr ist die Imbibitionsfähigkeit der Zellgewebe des Samens, das heisst die Fähigkeit der organisirten Theile (Zellhaut, Protoplasma, Stärke etc.), Wasser zwischen ihre kleinsten Theilchen einzulagern. Diese Fähigkeit zu quellen ist eine charakteristische Eigenthümlichkeit der organisirten Stoffe; ein Krystall vermag nicht mehr Wasser in sich aufzunehmen, als er schon hat. Ist er im Wasser löslich, so nimmt er gleich so viel Wasser zwischen sich auf, dass er verflüssigt wird. Die Zellhäute, Stärkekörner etc. halten also in dieser Beziehung die Mitte: Sie nehmen Wasser auf, aber nur bis zu einer gewissen Grenze. Ausser der Imbibition kommen bei der Quellung natürlich auch noch osmotische Vorgänge in's Spiel, indem das von den äussern Theilen imbibirte Wasser durch Osmose auf die inneren übertragen wird. Die Wassermenge, welche bei der Quellung der Samen aufgenommen werden, sind sehr beträchtliche. Nach Hoffmann nimmt Weizen bei der Quellung 45.5% Wasser auf, Gerste 48.2 nach meinen Versuchen bis zu 63,06%, Roggen 57.7, Hafer 59.8, Mais 40.0, Hirse 25.0, Erbse 106.8, Rothklee 117.5, Weissklee 126.7. Die aufgenommenen Mengen sind, wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, bei den einzelnen Samenarten sehr verschieden, aber immer sehr beträchtlich. Die Samen der Gramineen nehmen, wie ersichtlich, weit weniger Wasser auf, als die der Hülsenfrüchtler, was jedenfalls seinen Grund darin hat, dass bei Erbsen, Bohnen, Rothklee etc. in der innern Region der Samenhaut eine eigene „Quellschicht" vorhanden ist. Wasser wird also von den Samen mit Leichtigkeit in einer zur Keimung genügenden Menge aufgenommen. Eine andere Frage ist es, ob die Samen auch Wassergas, also die in der Atmosphäre vorhandene Feuchtigkeit in sich verdichten können. Detmer hat durch genaue Proben festgestellt, dass eine solche Verdichtung von Wassergas oder Wasserdampf in den Samen wohl stattfinden kann, hält aber die dadurch aufgenommene Menge nicht für genügend, um die Keimung zu ermöglichen. Freilich, wenn die Samen in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre, welche erheblichen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist, sich befinden, dann können sie wohl zum Keimen gebracht werden, da dabei häufige Thaubildung erfolgt und dadurch die Samen in Contact mit flüssigem Wasser gebracht werden.

Die Individualität und die Beschaffenheit der Testa (Haut) der Samen hat einen wesentlichen Einfluss auf den Quellungsprocess. Wird eine grössere Quantität möglichst gleichartig ausgebildeter Samen mit Wasser übergossen, so erfolgt die Quellung der einzelnen Individuen meist nicht gleichzeitig; vielmehr lässt sich in der Regel leicht constatiren, dass einige Samen noch durchaus ungequollen sind, während andere bereits Flüssigkeit aufgenommen haben. Manchmal können einzelne Samen ein und derselben Probe Tage ja Wochen und Monate lang in Wasser ruhen, ohne dasselbe aufzunehmen. Mit Lupinensamen z. B. lässt sich das leicht constatiren. Man könnte glauben, dass der Wachsüberzug auf Lupinensamen daran Schuld sei; allein diese Annahme ist nicht zulässig, da mit Aether behandelte und dadurch von dem Wachsüberzuge befreite Samen nach Detmer ebensogut quellen, wie frische Samen. Die Erscheinung der Schwerquellbarkeit mancher Lupinensamen muss zusammenhängen mit der Beschaffenheit der äussern Regionen der Samenhaut; das liegt auf der Hand, da ja alle Samen nach dem Verletzen der Testa ungemein leicht Wasser aufsaugen. Wenn die oberflächlichen Wachsmassen nicht daran Schuld sind, so muss die Ursache

wohl in dem Gewebe der Samenschale selbst liegen; wahrscheinlich hat das sogenannte Palissadengewebe der Samenschale bei jenen schwerquellenden Individuen eine solche Modifikation erfahren, dass die Wasseraufnahme sehr erschwert wird. Auch andere Pflanzen zeigen diese Eigenthümlichkeit der Schwerquellbarkeit einzelner Samenindividuen. Nobbe hat bei Samen aus den verschiedensten Pflanzenfamilien konstatirt, dass manche Monate ja selbst Jahre lang in Berührung mit Feuchtigkeit verbleiben können, ohne Wasser aufzunehmen. Manchmal konnte Nobbe die gänzlich räthselhafte Thatsache feststellen, dass die Samen allerdings nach Verlauf einiger Zeit aufquollen, aber trotz der günstigsten Bedingungen nicht keimten und, ohne zu faulen, viele Monate im wasserdurchtränkten Zustand verharrten. Bei Samen, deren Samenschale in ihren äussern Schichten dem Eindringen des Wassers in Folge besonderer Eigenthümlichkeiten grösseren Widerstand entgegensetzt, sind häufig Einrichtungen getroffen, die die Wasseraufnahme, so bald der Widerstand einmal an einer Stelle der Schale gebrochen ist, sehr beschleunigen. Beim Rothklee z. B. ist auf der Innenseite der Schale eine Quellschicht vorhanden, welche Wasser mit der grössten Begierde aufsaugt. Ist also einmal an irgend einer Stelle der Weg zu dieser Schicht gebahnt, so geht die Wasseraufnahme sehr rasch vor sich. Zugleich wird durch die starke Quellung dieser Schicht ein Druck auf die äussern Partieen geübt, der das Gewebe lockert und die Wasseraufnahme erleichtert. Manche Samen, wie die Quittensamen, haben eine Quellschicht aussen an der Samenschale; diese besteht aus den verdickten Aussenwandungen der Epidermiszellen, welche mit grosser Begierde Wasser aufnehmen und das Volumen dabei bis zur Unkenntlichkeit vermehren. Bei diesen Samen kann natürlich von leicht und schwer quellenden Individuen nicht die Rede sein; jeder Samen geht eben in Folge der berührten Verhältnisse bei Contact mit Feuchtigkeit ungemein leicht in den gequollenen Zustand über. „Gewissermassen in der Mitte zwischen denjenigen Samen, von welchen manchen Individuen sehr schwer quellen, und andererseits denjenigen, welche das Wasser mit der grössten Leichtigkeit absorbiren, stehen solche Samenarten, die zwar unschwer quellen, aber die Feuchtigkeit dennoch nicht in so bedeutenden Quantitäten und so begierig wie die schleimbildenden Samen aufsaugen. Derartig verhalten sich z. B. Erbsen, Bohnen etc., ebenso die Früchte vieler Gramineen. In Berührung mit Wasser quellen die einzelnen Individuen zwar mit ungleicher Geschwindigkeit auf, aber die Unterschiede im Verhalten der einzelnen Samen sind nicht entfernt mit denjenigen zu vergleichen, welche sich z. B. bei der Quellung der Lupinen und Kleesamen geltend machen“ (Detmer). Ueber das Tempo, welches bei der Quellung eingehalten wird, sagt Detmer, dass nach Nobbe's und seinen eigenen Untersuchungen die Wasseraufnahme zuerst eine geringfügige ist, dann energischer wird, um schliesslich wieder abzunehmen.

Volumenzunahme quellender Samen. Es ist von vornherein klar, dass quellende organisirte Gebilde durch die Wasseraufnahme ihr Volumen vermehren; diese Erscheinung ist ja auch allbekannt. Eine andere Frage ist es, wie gross diese Volumenzunahme sei. Zunächst ist zu betonen, dass die Volumenzunahme nicht genau der Menge des aufgenommenen Wassers entspricht. Wenn 100 cc einer quellungsfähigen Substanz 50 cc Wasser absorbirt haben, so ist dabei das Volumen nicht auf 150 cc gestiegen, sondern vielleicht nur auf 148. (Nach meinen Versuchen liefern 100 Liter Gerste im Maximum 134 Liter gequellte mit einem Wassergehalt von 44,26%.) Es

findet also bei der Quellung organisirter Substanzen eine Wasserverdichtung statt. Auch das Volumen gequollener Samen ist stets etwas geringer als das Volumen des trocknen Samens + dem des aufgenommenen Wassers. Da also bei diesem Process Wasser verdichtet wird, so ist es sehr erklärlich, dass quellende und keimende Samen sich erwärmen, ist es doch eine allbekannte physikalische Erscheinung, dass beim Zurückgehen einer Substanz auf ein geringeres Volumen Wärme entbunden wird. Indess wirken zu dieser Selbsterwärmung noch einige andere Umstände mit. Der oben ausgesprochene Satz, dass quellende Samen ein geringeres Volumen besitzen, als der Wasseraufnahme entspricht, bedarf noch einer kleinen Richtigstellung. Bei genauen Untersuchungen, wie sie Nobbe und Detmer unternommen haben, stellt sich nämlich heraus, dass in gewissen Stadien der Quellung eine Gesammtvolumenzunahme stattfindet, dass also das Gesammtvolumen der gequollenen Samen + dem des angewandten Wassers grösser ist, als das derungequollenen + dem des Quellwassers. Indess kommt dies nur von einer Faltung her, welche die Samenschale bei der Quellung erleidet; die Hohlräume zwischen den Falten sind Anfangs mit verdünnter Luft gefüllt, füllen sich aber später mit Wasser, wobei dann das Gesammtvolumen wieder vermindert wird.

Einfluss der Natur sowie der Temperatur des Quellungsmediums auf den Quellungsprocess. Die Quellung organisirter Gebilde findet nicht durch alle Quellungsmittel in gleichem Maasse statt. Wendet man Säuren oder Alkalien an, so ist die Quellung eine viel stärkere als mit reinem Wasser. Wird statt des Wassers aber eine Lösung von neutralen Salzen in Anwendung gebracht, so verläuft der Quellungsprocess weniger energisch. Nach Liebig nehmen 100 Gewichtstheile trockner Ochsenharnblase 310 Gewichtstheile Wasser auf, aber nur 288 Gewichtstheile 9 procentiger Kochsalzlösungen. Durch Ludwig und Cloetta ist festgestellt worden, dass imbibitonsfähige Körper in Berührung mit einer Salzlösung stets mehr Wasser als Salz aufnehmen. (Quellungen mit Wasser dem 1% Kochsalz zugesetzt wurde lieferten mir den Beweis, dass im letzten Stadium des Quellens meist nur Wasser von dem Quellgut aufgenommen wurde, während der grösste Theil des Salzes im Weichwasser zurückblieb.*)) Presst man indess von der imbibirten Lösung wieder etwas heraus, so erhält man eine Lösung von der Dichtigkeit der ursprünglich angewandten. Nach den Resultaten dieser Forscher ist es zwar von vornherein gewiss, dass Samen mit reinem Wasser stärker quellen als mit Salzlösungen. Allein Detmer hat noch durch eigene Versuche dies nachgewiesen, indem er Samen sowohl mit reinem Wasser als auch mit 1 und 2 procentigen Kochsalzlösungen (oder Salpeterlösungen) quellen liess. Dabei stellte sich immer die Wahrheit des oben schon abgeleiteten Satzes heraus. Auch lässt sich leicht durch Versuche an Samen nachweisen, dass aus Salzlösungen beim Quellen mehr Wasser als Salz entnommen wird. Reinke brachte Samen in concentrirte Glaubersalzlösung; nach einiger Zeit schieden sich in der Lösung grosse Glaubersalzkrystalle aus, ein Zeichen, dass das Quellungsmedium salzreicher geworden war. Offenbar ist also die Anziehung, welche ein quellfähiger Same auf Wasser ausübt eine grössere als die auf Salzmoleküle geübte. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Quellung hat Dimitrie-

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen von Direktor Dr. K. Lintner. 1882. S. 98: Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Weichwasser von Karl Michel und Hugo Jäckel-Handwerck.

wicz Versuche gemacht, welche zu folgenden Resultaten führten: Die von den Samen im Ganzen bis zur Beendigung der Quellung aufgenommene Wassermenge ist dieselbe, ob man Wasser von niederer oder höherer Temperatur anwendet; nur finden sich einige Unterschiede in dem Tempo der Quellung; bei Anwendung warmen Wassers wird in den ersten Quellungsstadien mehr Wasser aufgenommen, in den letzten weniger, als bei kaltem Wasser. Höhere Temperatur des Quellwassers und die damit verbundene raschere Quellung der Samen vermindern die Keimfähigkeit der Körner.

Aeusserlich sichtbare Keimungsvorgänge. Nachdem wir im Allgemeinen das Wesen des der Keimung immer vorausgehenden Quellprocesses dargelegt haben, wollen wir jetzt, bevor wir die inneren Vorgänge bei der Quellung und Keimung klar stellen eine kurze Schilderung der äusserlich sichtbaren Vorgänge bei der Keimung geben. Bei der Gerste speciell sind die Vorgänge folgendermassen: Ist das Gerstenkorn durch die Quellung genügend gelockert, so beginnen innerliche Stoffwandungen vom Reservestoffbehälter zum Keimling, wodurch letzterer zur Entwicklung befähigt wird. Es vergrössern sich seine Theile durch die fortwährende Nahrungszufuhr; die Wurzel beginnt sich zu strecken und durchbricht die umgebende Hülle, so dass die Wurzelscheide frei hervorragt; man sagt dann, das Gerstenkorn spitzt oder sticht. Bald wird die Wurzelscheide zerrissen, und die 3—5 Würzelchen treten zu Tage; diese sind weiss und glänzend und mit einer grossen Anzahl von feinen Haaren (Wurzelhaaren) versehen, welche sich fest an eine etwa gegebene Unterlage anschmiegen und Wasser mit gelösten Stoffen aufsaugen. Ihnen kommt also eine wichtige physiologische Rolle zu. Diese Wurzeln wachsen nun immer weiter durch Zelltheilung an ihrer von der sogenannten Wurzelhaube überkleideten Spitze, und erreichen bald eine beträchtliche Länge. Indess ist aber auch die Plumula („Blattkeim") des Keimlings im Wachsthum vorgeschritten; sie schiebt sich zwischen der Fruchthaut und dem Endosperm gegen jenes Ende des Kornes vor, welches dem entgegengesetzt ist, aus welchem die Würzelchen hervortreten. Bei der Malzfabrikation aber wird die Keimung unterbrochen, ehe der Blattkeim aus dem Korne hervorbricht. Hervorzuheben ist der Unterschied, welcher sich bei der Keimung von Weizen und Roggen gegenüber der von Gerste zeigt. Bei ersteren nämlich tritt der Blattkeim ebenso wie die Würzelchen an dem Ende des Kornes hervor, an welchem der Keimling liegt; bei der Gerste treten sie an entgegengesetzten Enden hervor. Zugleich mit diesen Wachsthums-Vorgängen erleidet das Korn auch andere schon ohne weitere Hülfsmittel bemerkbare Veränderungen. So ist der Mehlkörper des Grünmalzes leicht zerreiblich, während der der nur geweichten Gerste fest, unzerreiblich und klebrig ist. Das Endosperm schrumpft allmählig durch den immerwährenden Stoffverlust zusammen, es nimmt einen süssen Geschmack an, lauter Veränderungen, die ihren Urgrund in inneren stofflichen Umwandlungen haben, zu deren Betrachtung wir jetzt schreiten wollen. Wir werden der Reihe nach das Verhalten der Aschenbestandtheile, der stickstoffhaltigen und der stickstofffreien Verbindungen bei der Keimung betrachten, dann den Einfluss der Temperatur auf den Keimungsprozess darlegen und noch einige andere für die Keimung wichtige Momente besprechen.

Das Verhalten der Aschenbestandtheile der Samen bei der Keimung. In den Samen sind immer mineralische Bestandtheile, welche beim Verbrennen als Asche hinterbleiben, enthalten, braucht doch auch der Keimling zu seiner Entwicklung

solche Mineralstoffe. Die wesentlichsten derselben sind Phosphorsäure, Kali, Magnesia und Kalk. Sommergerstensamen z. B. enthält nach E. Wolff 2,60% Asche, welche folgendermassen zusammengesetzt ist: 20.15 Theile Kali, 2.53 Natron, 2.60 Kalk, 8.62 Magnesia, 0.97 Eisenoxyd, 34.68 Phosphorsäure, 1.69 Schwefelsäure, 27.54 Kieselsäure, 0.93 Chlor. Esparsettensamen enthält in 4.57% Asche, 28.53 Theile Kali, 2.74 Natron, 31.58 Kalk, 6.65 Magnesia, 1.59 Eisenoxyd, 23.91 Phosphorsäure, 3.24 Schwefelsäure, 0.82 Kieselsäure. 1.21 Chlor. Die Asche der Samen ist procentisch reicher an Phosphorsäure und Magnesia als die des Stroh's, und weist einen höheren Gehalt an Kali auf als letztere. Bei Feststellung der Schwefelsäuremenge muss man natürlich berücksichtigen, dass ein Theil des Schwefels als Bestandtheil der Proteinstoffe fungirt, nicht als Schwefelsäure in den Samen vorkommt. Auch die Phosphorsäure steht höchst wahrscheinlich in sehr nahem Zusammenhang mit den Proteinstoffen, namentlich dem Casein, da sie immer in denjenigen Pflanzentheilen sehr reichlich enthalten ist, in welchen auch grosse Mengen Proteinstoffe vorkommen.

Beim Quellen der Samen treten gewisse Mineralstoffmengen aus, namentlich Kali, Phosphorsäure und Magnesia in bedeutenden Mengen. Zöhl hat darüber Versuche angestellt und die Verschiedenheiten bei den einzelnen Samenarten festgestellt. Mais z. B. wird beim Quellen stärker ausgelaugt als Gerste, wohl in Folge des Vorhandenseins der dicken Spelzenhüllen beim Gerstenkorn. Wenn Samen also längere Zeit bei kalter und nasser Witterung im Boden liegen, so dass sie nicht keimen können, treten jedenfalls bedeutende Mengen der gerade für die Entwicklung der jungen Pflanzen so wichtigen und in der Natur nur in beschränkten Quantitäten zur Verfügung stehenden Mineralstoffe aus. Andrerseits aber werden beim Quellprocess Mineralstoffe, die im Quellungsmedium enthalten sind, aufgenommen. Merkwürdiger Weise werden die Salze dabei häufig gespalten (nach Knop, Lehmann, Sachse, Schreber und W. Wolf.) Chlorcalcium z. B. wird von quellenden Samen nicht unzersetzt aufgenommen; denn die in der Quellungsflüssigkeit zurückbleibende Chlormenge ist grösser, als dem zurückbleibenden Kalk entspricht. Chlornatrium und Chlorkalium werden ebenfalls in Berührung mit quellenden Samen zersetzt. Dass die Salzlösungen von keimenden Samen oft in geringerer Concentration aufgenommen werden, als die ist, in welcher sie ihnen dargeboten wird, wurde zuerst von Saussure festgestellt. Manchmal übrigens wird aus Salzlösungen von Keimlingen mehr Salz entnommen als Wasser; die verschiedenen einer Keimwurzel gebotenen Nährstoffe verhalten sich eben verschieden je nach dem Verbrauch derselben in der Keimpflanze; wird viel von einem Stoff beim Wachsthumsprocess des Keimlings verbraucht, wie von Kali, Salpetersäure oder Phosphorsäure, so wird eben viel von aussen aufgenommen, weil der Verlust immer wieder gedeckt werden muss.

Die Entwicklung des Embryo bei der Keimung kann nicht erfolgen, wenn Mineralstoffe fehlen. Desshalb ist es von grösster Wichtigkeit, dass in den Reservestoffbehältern der Samen Mineralstoffe abgelagert werden. Wächst der Embryo heran, so wandern die Mineralstoffe zu den wachsenden Theilen als den Orten des Verbrauchs hin. Schulze hat diese Wanderung dadurch bewiesen, dass er zeigte, dass das quantitative Verhältniss zwischen dem Stickstoff und den Mineralstoffen, wie auch zwischen den einzelnen Mineralstoffen selbst in Würzelchen und Blattkeim beim Wachsthum gleich bleibt. Ueber die Rolle, welche die Mineralstoffe im jungen Keimling zu spielen

haben, herrscht noch grosses Dunkel wie über die Bedeutung der Mineralstoffe für die Pflanzen überhaupt. Ist der Embryo einmal so weit in der Entwicklung fortgeschritten, dass seine Wurzeln ihre aufsaugende Thätigkeit beginnen können, dann werden natürlich Mineralstoffe auch von aussen aufgenommen.

Das Verhalten stickstoffhaltiger Verbindungen bei der Keimung. Beim Wachsthum des Embryo's wird die Protoplasmamasse vermehrt, an Spitze von Wurzel und Stengel, der jungen Blattanlagen werden immer neue Zellen durch Theilung erzeugt. Da nun der lebende Körper der Zelle, das Protoplasma, im Wesentlichen aus Eiweiss besteht, so muss die Frage aufgeworfen werden: woher stammen die stickstoffhaltigen Verbindungen, aus denen diese lebenden Zellen aufgebaut werden? Von Aussen wird, wenigstens während der ersten Stadien der Keimung, keine stickstoffhaltige Materie aufgenommen; sie kann also nur aus den Reservestoffbehältern entnommen werden, wo ja immer Proteinstoffe in grösserer Menge abgelagert sind, aus dem Endosperm oder aus den Cotyledonen. Die dort abgelagerten Proteinkörner werden beim Quellungsprocess gelöst und vermischen sich mit der übrigen Inhaltsmasse der Zellen, so dass man also jetzt Eiweislösungen in diesen Zellen anzunehmen hat. Es ist nun zu entscheiden, ob das Eiweis als solches von den Reservestoffbehältern in den heranwachsenden Embryo wandert, oder ob dasselbe zuerst eine chemische Umwandlung erleidet, ehe es seine Wanderung durch die Gewebemasse beginnt. Das osmotische Verhalten der Eiweissstoffe nöthigt uns zu letzterer Annahme; Eiweissstoffe gehen nemlich nicht durch Membranen hindurch, müssen also zuerst in andere Form, etwa in Peptone, übergeführt werden, um wandern zu können. Indess gehen die chemischen Umwandlungen der Eiweissstoffe bei der Keimung noch viel weiter: Wie Pfeffer gezeigt hat, zerfallen dieselben in sehr einfache Verbindungen, Asparagin, Amidosäuren etc., welche leicht von Zelle zu Zelle wandern und in dem wachsenden Embryo zu Eiweiss regenerirt werden. Manche Physiologen sind der Ansicht, dass bei diesem Zerfall auch stickstofffreie Verbindungen entstehen, welche das Material zur Bildung der Zellhäute liefern. Indess ist dies doch noch fraglich; Sachs, der Begründer vieler wichtigen Anschauungen über den Stoffwechsel ist der Ansicht, dass das Material zur Bildung der Zellhäute nur durch Stärke und Fett geliefert werde. Die meisten ruhenden Samen enthalten, soweit die Untersuchungen reichen, kein Asparagin. Bis jetzt hat man nur in den Mandelsamen die Gegenwart des Asparagins konstatiren können. Dagegen scheint dasselbe in keimenden Samen ganz allgemein aufzutreten. Nachgewiesen wurde dasselbe bis jetzt in keimenden Samen von Gerste, Mais, Kartoffel, Kürbis, Sonnenblume, Klee, Lupine, Schneckenklee, Erbse, Wicke, Bohne etc. Weitere Forschungen werden sicher zu dem Resultate führen, dass noch viele andere Keimpflanzen Asparagin enthalten; ja man kann wohl mit Bestimmtheit behaupten, dass z. B. in den Keimpflanzen sämmtlicher Hülsenfrüchtler Asparagin in grossen Quantitäten auftritt. Ganz besonders massenhaft entsteht das Asparagin bei der Keimung der Lupinensamen. E. Schulze und W. Umlauft haben gefunden, dass die Trockensubstanz 12 Tage alter im Finstern erwachsener Keimpflanzen von Lupinus luteus zu etwa 20% aus wasserfreien Asparagin besteht. Während die Keimpflanzen der Hülsenfrüchtler stets recht bedeutende Asparaginquantitäten enthalten, häuft sich das Asparagin in den Keimpflanzen anderer Samen, z. B. der Gerste, des Mais und des Kürbis, nur in untergeordneten Mengen an. Unter Umständen lässt sich bis zu einem gewissen

Zeitpunkte überhaupt gar kein Asparagin nachweisen, während allerdings später geringe Mengen desselben in den Untersuchungsobjekten zu entdecken sind. Man darf aber in den letzteren Fällen nicht denken, dass überhaupt kein Asparagin gebildet wird; wenn es sich nicht nachweisen lässt, so kann der Grund hiefür auch darin liegen, dass es sehr rasch von dem wachsenden Keimling verbraucht wird. Das Asparagin wurde zuerst in Spargeln (Asparagus officinalis) aufgefunden und hat daher seinen Namen. Es krystallisirt mit 1 Molekül Wasser in glänzenden vierseitigen rhombischen Prismen, die in heissem Wasser ziemlich löslich, in Alkohol und Aether aber unlöslich sind. Seine chemische Zusammensetzung ist folgende: $\begin{array}{l} C\,H\,(N\,H_2).\ C\,O_2\,H. \\ C\,H_2\,C\,O.\ N\,H_2. \end{array}$ Es ist also das Amid der Asparaginsäure. In Pflanzengeweben weist man es nach, indem man dieselben in starken Alkohol legt; man sieht dann in den Zellen unter den Microskop die Asparaginkrystalle.

Noch andere Zersetzungsprodukte liefert das in Samen abgelagerte Eiweiss bei der Keimung, Produkte die auch leicht transportabel sind wie das Asparagin. So hat Gorup-Besanez in Wickenkeimlingen Tyrosin in geringen Mengen nachgewiesen. Leucin wurde von demselben Forscher und später auch von Cossa ebenfalls in Wickenkeimlingen nachgewiesen. Die Wickensamen enthalten kein Leucin; in den im zerstreuten Licht erzogenen 14 Tage bis 4 Wochen alten Wickenkeimpflanzeen hat man dasselbe aber neben Asparagin in beträchtlicher Menge angetroffen. In verschiedenen Keimpflanzen wurde auch Glutamin aufgefunden. Es ist bemerkenswerth, dass die erwähnten stickstoffhaltigen Eiweisszersetzungsprodukte in verschiedenen Keimpflanzen in durchaus nicht denselben Mengenverhältnissen entstehen. So z. B enthalten die Wicken Keimlinge neben beträchtlichen Asparagin- und Leucinquantitäten nur sehr wenig Tyrosin sowie Glutamin. Kürbiskeimlinge hingegen sind sehr arm an Asparagin und Tyrosin, während sie nicht unerhebliche Glutaminquantitäten enthalten. Ferner ist der Glutamingehalt der Lupinenkeimlinge auf jeden Fall ein sehr geringer, während dieselben überreich an Glutamin sind.

Diese Zerfallsprodukte der Eiweissstoffe wandern von den Reservestoffbehältern, dem Endosperm oder den Cotyledonen, in den sich entwickelnden Keimling und werden dort zu Eiweissstoffen regenerirt. Die Frage ist nun: Wie geschieht das? Es ist beobachtet worden, dass in Keimlingen grössere Quantitäten dieser Zerfallprodukte sich anhäufen, also nicht zu Eiweiss regenerirt werden wenn dieselben vom Licht abgesperrt sind. Man könnte also denken, dass diese Stoffe durch den Einfluss des Lichtes wieder zu Eiweissmolekülen zusammentreten. Indess hat Pfeffer gezeigt dass belichtete Lupinenkeimlinge, die in einer kohlensäurefreien Atmosphäre leben, in welcher aber keine Assimilation stattfinden kann, Asparagin in grossen Quantitäten anhäufen. Diese Thatsache wirft mit einem Male Licht in die ganze Frage: Das Licht bedingt die Assimilation; bei dieser aber werden stickstofffreie Kohlenstoffverbindungn gebildet; also bedarf es zur Regeneration von Eiweiss aus Asparagin, Leucin etc. des Hinzutrittes von stickstofffreien Kohlenstoffverbindungen.

In verschiedenen Samen werden die abgelagerten Eiweissstoffe durch Fermente in Peptone umgewandelt. Die Proteinkörper mancher Samen erfahren also bei der Keimung ganz ähnliche Metamorphosen, wie die in die Verdauungsorgane des animalischen Organismus gelangten Eiweisssubstanzen; es entstehen bei diesem Processe aus

diffusionsunfähigen Körpern (den Eiweisstoffen) Verbindungen (Peptone), welche Diffusionsfähigkeiten besitzen und also für die Translocation in den Keimpflanzen geeignet sind. Das die Peptonisirung bewirkende Ferment, das Pflanzenpepsin, hat nach den Untersuchungen von Gorup-Besanez ganz ähnliche Eigenschaften wie das entsprechende thierische Ferment.

Die Athmung der Keimpflanzen. Durch zahlreiche Untersuchungen berühmter Forscher ist festgestellt worden; dass Sauerstoff nothwendig vorhanden sein muss, wenn Keimung eintreten soll. In einer Luft, welche keinen Sauerstoff enthält, etwa in einem mit Stickstoff und Wasserstoff gefüllten Raume, keimen die Samen nicht. Die Keimungsenergie der Samen steht sogar entschieden in Beziehung zu der Sauerstoffquantität, mit der sich der keimende Samen in Berührung befindet. In Berührung mit atmosphärischer Luft keimten bei den Untersuchungen Bollo's Weizensamen in 4—5 Tagen. Wurde die Luft durch reinen Sauerstoff oder durch ein aus 46% Sauerstoff und 54% gewöhnlicher Luft bestehendes Gasgemisch ersetzt, so erfolgt die Keimung bereits in 3 Tagen. Die Untersuchung der bei der Keimung angewandten Luft ergab, dass während der Keimung der meiste Sauerstoff verschwunden und dafür Kohlensäure eingetreten war.

Die eben angeführten Thatsachen können uns nicht wundern, wenn wir bedenken, dass ja der Zutritt von Sauerstoff überall in der vegetabilischen Welt zum Wachsthum nöthig und dass die Keimung ja nichts anderes als ein Wachsthumsprocess ist. Welche Vorstellung haben wir uns aber von der Wirksamkeit des Sauerstoffes hiebei zu machen? Es ist bereits gesagt worden, dass die Keimlinge für den aufgenommenen Sauerstoff Kohlensäure abgeben. Dies wirft Licht auf die Bedeutung des Sauerstoffes für die Keimung. Die Kohlensäure entsteht jedenfalls durch Oxydation oder Verbrennung organischer Substanzen in den keimenden Samen; Kohlenhydrate, Fette etc. werden hiebei zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. Hiedurch werden aber bedeutende Kraftmengen frei gemacht (wie bei jeder Verbrennung) und diese geben den Anstoss zu den verschiedenen bei der Keimung sich abspielenden Processen. Durch die freiwerdende Kraft werden die Reservenahrungsstoffe verflüssigt, die Zellen zu chemischer Thätigkeit und Stoffumsatz angeregt, der Embryo zur Entwicklung durch lebhafte Zelltheilung veranlasst. Wir haben also hier einen ganz ähnlichen Fall, wie bei der Athmung der Thiere. Auch bei letzteren ist der Sauerstoff unentbehrlich zum Vorsichgehen der Lebensprocesse; durch innerliche Verbrennung wird die nöthige Energie zu den Muskelbewegungen, zur Nerventhätigkeit etc. beschafft.

Ueber die Wärmeentwicklung bei der Keimung hat wohl Jeder der Leser schon Erfahrungen sammeln können. Es ist ja seit langer Zeit bekannt, dass die keimende Gerste bei der Gewinnung des Malzes eine beträchtlich höhere Temperatur als die umgebende Luft annehmen kann. Merkwürdiger Weise aber blieb diese interessante Erscheinung lange Zeit unberücksichtigt. Göppert hat im Jahre 1832 über Untersuchungen berichtet, welche ihn von der Fähigkeit keimender Samen, Wärme zu entwickeln, überzeugten. Er liess Weizen- und Maiskörner in vor Abkühlung geschützten Gefässen keimen und bemerkte, dass die Temperatur zu gewissen Zeitpunkten auf 10 und 12° über die Temperatur der umgebenden Luft stieg. Bei diesen und weiteren Versuchen mit Erbsen, Hanf-, Klee- sowie Rübensamen constatirte Göppert also, dass bei der Keimung der Samen eine bedeutende Wärmemenge frei wird. Man kann

von einer Eigenwärme der Pflanzen (wie bei den Thieren) reden; freilich kommt uns dieselbe gewöhnlich nicht zur Wahrnehmung, weil in den Pflanzen neben Wärme erzeugenden Processen auch solche thätig sind, welche Wärme absorbiren (wie die Verdunstung von Wasser aus Pflanzentheilen). Sind die letzteren Processe überwiegend gegen die ersteren, was meistens der Fall ist, so wird natürlich von der freigewordenen Wärme Nichts zu merken sein, ja die Pflanze wird sogar kälter erscheinen als die umgebende Luft. Welche Processe rufen nun die Erwärmung keimender Samen hervor? Wir haben bereits einen dieser Processe kennen gelernt in der Quellung. Bei dieser wird Wasser verdichtet und folglich Wärme frei. Ausserdem aber trägt jedenfalls der bei der Keimung vor sich gehende Verbrennungsprocess zur Erhöhung der Temperatur bei. Wenn die Samen in der Natur einzeln im Boden zur Keimung gelangen, so wird natürlich ebenfalls Wärme frei, aber die Temperaturerhöhung, welche die Samen unter diesen Umständen erfahren kann, wie in der Natur der Sache liegt, nur eine höchst unbedeutende sein. Die Samen befinden sich im Boden in sehr inniger Berührung mit sehr verschiedenen Körpern, welche den keimenden Pflanzen die erzeugte Wärme sofort wieder entziehen. Ueberdies ist zu bemerken, dass die Wärmemenge, die ein einzelner Same bei der Keimung erzeugt, immer nur eine geringe ist. Soll die bei der Keimung stattfindende Wärmeproduktion deutlich hervortreten, so muss man, wie es in der That von Göppert und Wiesner geschah, ein grösseres Samenquantum zusammenhäufen, mit möglichst wenig Wasser benetzen und dafür Sorge tragen, dass die Untersuchungsobjecte mit schlechten Wärmeleitern umgeben werden. (Künstliche Keimung der Gerste im Malzkeller).

Das Verhalten stickstofffreier Verbindungen bei der Keimung. Als stickstofffreie Reservestoffe trifft man in den Samen vor allen Dingen Stärke und Fette an. Sie dienen, wie von bedeutenden Physiologen, namentlich von Sachs, ausdrücklich hervorgehoben wird, zur Bildung der Zellhäute im wachsenden Embryo, liefern also das Material zur Umkleidung der jungen Zellen des Keimlings mit einer festeren Hülle. Es lässt sich in der That leicht konstatiren, dass bei der Keimung der Samen die vorhandenen stickstofffreien Reservestoffe in dem Maase verschwinden, als Zellhäute gebildet werden. Die Stärke kann natürlich in der Form, wie sie in den Reservestoffbehältern der Samen abgelagert ist, nicht transportirt werden, ist sie doch in Körnern vorhanden und können nur gelöste Substanzen von Zelle zu Zelle wandern. Thatsächlich bemerkt man auch eine Auflösung der Stärkekörner in keimenden Samen. Schneidet man einen solchen an und betrachtet das Endospermgewebe unter dem Microskop, so sieht man die Stärkekörner corrodirt (angefressen), zum Theil zerfallen durch die Einwirkung eines Lösungsmittels. Das Agens, durch welche diese Verflüssigung vor sich geht, ist ein Ferment, welches man mit dem Namen Diastase belegt hat. Dieser Körper findet sich in keimenden Gerstenkörnern reichlich vor und ist auch in vielen andern keimenden Samen gefunden worden. Wenn man zerkleinertes Gerstenmalz mit Wasser digerirt, so wird eine Lösung erhalten, aus der auf Zusatz von Alkohol eine Substanz ausfällt, die sich leicht wieder in Wasser löst. Die Lösung besitzt in hohem Grade die Fähigkeit, Stärke in Dextrin und Zucker zu verwandeln, also in lösliche Form zu bringen. Damit ist das Geheimniss der Verflüssigung der Stärke in keimenden Samen gelöst. Payen und Peroz ist es gelungen, die Diastase nicht nur aus der gekeimten Gerste, sondern ebenfalls

aus Hafer-, Weizen-, Mais- sowie Reiskeimlingen abzuscheiden. O. Löw hat die Diastase zuerst rein dargestellt und bewiesen dass sie den peptonartigen Eiweisskörpern zuzurechnen sei. Merkwürdiger Weise besitzen sogar Samen, welchen das Amylum fehlt, bei denen aber während der Keimung Stärke auftritt, wie die Lein- und Hanfsamen ein stärkeumbildendes Ferment. Ist die Stärke einmal in löslichen Zustand, in Zucker umgewandelt, so hält es nicht schwer, diese Substanz aus dem Reservestoffbehälter zu schaffen. Zuckerlösungen diffundiren durch Membranen hindurch, durchdringen also bald das ganze Gewebe des Samens und Keimlings. Da nun im Keimling fortwährend dieses stickstofffreie Material zur Bildung der Zellhäute verbraucht und in unlösliche Form übergeführt wird, so wird dort alsbald der Zucker aus den Säften verschwinden und wird nun nach dem Gesetz der Osmose von den Reservestoffbehältern her wieder ersetzt werden. So findet eine fortwährende Wanderung von stickstofffreien Material aus dem Endosperm in den Keimling statt, bis die Ablagerungsstoffe verbraucht sind und nun der Keimling durch das Ergrünen die selbstständige Fähigkeit, sich Kohlenhydrate aus Kohlensäure und Wasser zu bilden, erlangt hat. Solche Vorgänge spielen sich in dem an Stärke so reichen Gerstenkorn bei der Keimung ab.

Aber nicht die Stärke allein liefert das Material zur Bildung der Zellhäute im heranwachsenden Embryo. Manche Samen enthalten ja gar keine Stärke, an deren Stelle aber Fett, welches dann bei der Keimung die physiologische Rolle der Stärke spielt. In dem Maase, als die Streckung und Neubildung der Zellen im Embryo erfolgt, verschwindet das Fett, und darin liegt eben der Hauptbeweis dafür, dass das fette Oel das Material zur Cellulosebildung liefert. Sachs hat constatirt, dass sich bei der Keimung ölhaltiger Samen zunächst Stärke und Zucker bilden. Unter Umständen wird sehr viel Amylum producirt; in andern Fällen geht das Fett aber zum grössten Theile in Glycose über, und es entsteht nur eine sehr geringe Stärkequantität. Es werden also aus den abgelagerten Fetten der Samen bei der Keimung Kohlehydrate gebildet, und diese haben im Weiteren dasselbe Schicksal wie die Kohlehydrate der stärkeführenden Samen. In dem Maase, als die Fette verschwinden, treten Stärke und Zucker in den Keimpflanzen auf, und diese Produkte finden dann zur Zellstoffbildung Verwendung. Die Wanderung der in Lösung übergeführten stickstofffreien Nahrungsstoffe aus dem Reservestoff in den Keimling, vom Ablagerungsort zum Verbrauchsort, ist häufig keine ununterbrochene. Oft kommt es vor, dass die gelösten Stoffe stellenweise wieder in Stärke übergehen und einige Zeit liegen bleiben, bis sie wieder aufgelöst und fortgeführt werden (transitorische Stärkebildung nach Sachs). Auflösung und transitorische Ablagerung von Stärke sind Processe, die sich neben einander in ein und derselben Zelle abwickeln können.

Ist das stickstofffreie Nährmaterial in Form von verdickten Zellhäuten abgelagert, wie in den Dattelsamen, so müssen diese natürlich aufgelöst werden, um dem Embryo als Nahrung dienen zu können. In der That kann man auch hier direkt beobachten, wie die Verdickungsschichten der Endospermzellen erweicht werden, sich in eine teigartige Masse verwandeln und allmählig in Lösung übergehen.

Manche Samen, wie die Lupinensamen, enthalten keine Stärke und nur unbedeutende Mengen von Fett, dafür aber grosse Massen von abgelagsrtem Eiweissstoff. Hier ist nach dem Urtheil der Physiologen anzunehmen, dass bei der Keimung durch

den Eiweisszerfall stickstofffreie Verbindungen (neben stickstoffhaltigen entstehen, welche das Material zur Bildung der Zellhäute im wachsenden Embryo liefern. In manchen Fällen also repräsentiren die Eiweissstoffe zugleich die Ablagerungsform stickstofffreier und sticksteffhaltiger Nährstoffe im Samen.

Der Einfluss verschiedener Temperaturen auf die Samen und Keimpflanzen. Wie schon früher erwähnt, kann jeder physiologische Process in den Pflanzen nur innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen zur Geltung kommen. Steigt die Temperatur höher oder sinkt sie tiefer, so unterbleibt der betreffende Process, ohne dass damit immer ein Absterben der Pflanze oder des Pflanzentheiles verbunden wäre. Freilich, wenn die Temperatur gar zu hoch steigt oder sinkt, ist immer der Tod der Pflanze im Gefolge. Sehr rascher Wechsel schadet am meisten. Man kann nach Sachs Pflanzen nach dem Gefrieren bei sehr langsamen Aufthauen noch am Leben erhalten. Wird aber das Abschmelzen der gefrorenen Massen sehr rasch bewerkstelligt, so erholt sich die gefrorene Pflanze nicht mehr. Von sehr grosser Bedeutung für unsere Frage ist die Thatsache, dass sich die Pflanzen den Wirkungen des Frostes und dem Aufthauen gegenüber um so empfindlicher verhalten, je wasserreicher sie sind, während mit sinkendem Wassergehalt ihre Widerstandsfähigkeit im Grossen und Ganzen wächst. Detmer hat durch Versuche festgestellt, dass lufttrockene und gequollene Weizenkörner gegen Frostwirkung sich sehr verschieden verhalten. Während die ersteren durch 15 Stunden lange Einwirkung von —10° C ihre Keimfähigkeit nicht verloren, zerstörte dieselbe Temperatur die Keimfähigkeit gequollener Weizenkörner. Im Uebrigen kommt hier viel auf die angewandten Samen an; manche wiederstehen selbst im gequollenen Zustand dem Frost; namentlich aber geht die zeitweilige niedere Temperatur dann unschädlich vorüber, wenn man das Aufthauen sehr langsam erfolgen lässt. Oelreiche Samen leiden weit weniger unter dem Einfluss der Kälte als stärkereiche. Die schädliche Wirkung des Frostes auf Samen und auf Pflanzen überhaupt beruht darin, dass dabei Imbibitionswasser aus den organisirten Gebilden, Protoplasma und Zellhaut austritt; findet die Aufthauung rasch statt, so fliesst dasselbe zum grossen Theil ab, wird also nicht wieder von jenen Gebilden aufgenommen; schmilzt das Eis in den Geweben aber langsam, so finden Protoplasma und Zellhaut Zeit, jenes Wasser wieder an sich zu ziehen und so wiederum den früheren Grad der Durchtränkung und Säfteconcentration herzustellen.

Auch durch Erwärmung auf höhere Temperaturen können Samen und Keimpflanzen beschädigt werden. Dabei hat wiederum der Wasserreichthum der Gewebe einen grossen Einfluss auf die Empfindlichkeit gegen Temperaturerhöhung. Im Allgemeinen gehen wasserreiche Gewebe zu Grunde, wenn die Temperatur auf 50° C steigt. Wasserarme Pflanzentheile ertragen aber höhere Temperaturen, und wir werden also im Vorhinein von den Samen annehmen dürfen, dass sie gegen bedeutende höhere Temperaturen unempfindlich sind. Schon Edwards und Colin haben 1834 constatirt, dass Getreidekörner (Weizen-, Roggen- sowie Gerstenkörner) und Leinsamen nicht zu Grunde gingen, wenn sie 15 Minuten lang in trockner Luft von 75° C verweilt hatten. Verharrten dagegen Getreidekörner oder Samen von Hülsenfrüchten 15 Minuten lang in Wasser von 75° C, so waren sie getödtet; ja schon bei 5 Minuten langer Berührung mit heissem Wasser war die Keimfähigkeit vernichtet. Heiden hat beobachtet, dass lufttrockene Gerstenkörner noch keimten, wenn sie eine Stunde lang trockner Luft von

90° C. ausgesetzt gewesen waren, während ein einstündiges Verweilen der Früchte in Wasser von 60° C ihre Keimfähigkeit vernichtet. Haberlandt hat das eigenthümliche Factum beobachtet, dass ein vorsichtiges und allmähliges Erwärmen lufttrockener Samen auf 56—87.5 C im Allgemeinen eine Verkürzung der Keimdauer zur Folge hat. Aus all den Untersuchungen geht unzweifelhaft hervor, dass lufttrockene Samen sehr beträchtliche Temperaturen ohne Schaden ertragen können, während gequollene schon bei 50—60° C zu Grunde gehen. Quellen die Samen beim Liegen in heissem Wasser nicht auf, dann allerdings geht die hohe Temperatur ohne Schaden an ihnen vorüber. Nobbe hat beobachtet, dass die Schliessfrüchte von Polygonum orientale nach halbstündigem Kochen in Wasser nicht gequollen und so keimfähig wie zuvor waren. Die höchsten Temperaturen, welche Samen (trocken) überhaupt zu ertragen vermögen, liegen zwischen 120 und 125° C.

Keimlinge verhalten sich natürlich gegen hohe und niedere Temperaturen anders als lufttrockene Samen; sie bestehen aus wasserreichem Gewebe und sind in Folge dessen viel empfindlicher. Man hat übrigens zu unterscheiden zwischen Stillstand der Keimung und Tod des Keimlings. Ersterer wird schon durch viel geringere Temperaturstörungen herbeigeführt als letzterer. Wie für alle physiologischen Processe gibt es auch für die Keimung Temperaturminima, Temperaturmaxima und Temperaturoptima, das heisst niedrigste und höchste Temperaturen, bei welchen die Keimung überhaupt noch stattfindet, sowie günstigste Temperaturen für die Keimung. Diese Temperaturen sind aber für jede Samenart verschieden. Für die Keimung der Gerste liegt das Temperaturminimum (nach Haberlandt) zwischen 0—4.8° C, das Temperaturoptimum zwischen 25—31° C, das Temperaturmaximum zwischen 31—37° C; für die Gurke fällt das Minimum auf 15.6—18.5°, das Optimum auf 31—37, das Maximum auf 44—50°.

Das Licht ist zur Entwicklung des Embryo's der Samen nicht nothwendig; denn die Keimung vollzieht sich ja im Dunkeln ganz gut, wie die tägliche Erfahrung mit wildwachsenden Pflanzen lehrt, deren Samen im Boden, also in der Dunkelheit, keimen. Für das Wachsthum und die Weiterentwicklung des Keimlings allerdings ist das Licht von hoher Bedeutung, da es ja wesentlich auf das Längenwachsthum der Organe einwirkt und zum Ergrünen der Pflanzen unentbehrlich ist. Doch können wir hier diese Verhältnisse als weniger wichtig für unsere Darstellung übergehen und begnügen uns darauf hinzuweisen, dass das Licht für das Zustandekommen der Keimung überflüssig ist.

Theorie der Gährung.

Einleitung.

Die Gährung ist eine fast Jedermann, auch dem nicht wissenschaftlich Gebildeten, in ihren äusseren Erscheinungen wohl bekannter Vorgang, wird sie doch in so vielen Gewerben fast täglich zur Anwendung gebracht. Schon Jahrtausende bedient sich der Mensch des Gährungsprocesses, um sich geistige Getränke zu bereiten. Man sollte wohl meinen, dass der Vorgang bei der Gährung, nachdem er doch eine so ausserordentliche praktische Wichtigkeit besitzt, in wissenschaftlicher Hinsicht genügend geklärt wäre.

Indess ist merkwürdiger Weise die Wissenschaft der Gährung nicht $^1/_{10}$ so alt als die Praxis der Gährung; die Gährungslehre steht noch heute mitten im wogenden Kampf der Meinungen und Theorieen, von denen bald die eine bald die andere Thatsachen beibringt, die für sie sprechen und ihr ein zeitweiliges allgemeineres Ansehen verschaffen, bis die Wucht neuer Thatsachen wiederum das Schwergewicht auf die Waagschale fremder Meinungen wirft. Ja man stösst sogar auf Schwierigkeiten, will man den Begriff der Gährung sich recht klar legen und recht scharf abgrenzen.

Dem Laien erscheint es als das wesentlichste Merkmal der Gährung, dass dabei ein Schäumen auftritt, also Gase entweichen, wie es ja bekanntlich bei der Gährung der Bierwürze im reichlichsten Maasse der Fall ist. Indess lässt sich schon bei sehr geringen naturwissenschaftlichen und chemischen Kenntnissen einsehen, dass dies nicht als Hauptcharakter der Gährung gelten kann, da ja bei sehr vielen chemischen Processen, die gewiss nicht der Gährung beigezählt werden können, Schäumen und Gasentwicklung auftritt. Wir erinnern nur an das Brausen von Auflösungen kohlensaurer Salze beim Hinzubringen von Säuren, an die Gasentwicklung der Wasserpflanzen (z. B. von Spirogyrenrasen), wodurch dieselben, wenn sie frei schwimmen, an die Oberfläche getrieben werden. Oder sind vielleicht die Produkte, welche bei der Gährung entstehen ein wesentliches Kennzeichen der Gährung, etwa Kohlensäure und Alkohol? Gewiss nicht; denn Kohlensäure und Alkohol, die z. B. bei der Alkoholgährung des Zuckers entstehen, lassen sich ja auf vielerlei andere Art aus verschiedenen Stoffen herstellen; und dann wäre durch Annahme dieses Kriteriums der Begriff „Gährung“ denn doch viel zu beschränkt, da es ja eine Menge von Vorgängen gibt, die gewiss zu den Gährungserscheinungen gerechnet werden müssen, ohne dass dabei Kohlensäure und Alkohol auftreten. Was ist also das wesentliche Kennzeichen der Gährung? Was unterscheidet die Gährung von andern chemischen Processen? Nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft ist die Gährung ein durch die Anwesenheit von Organismen bedingter chemischer Process, also ein Process, zu dessen Eintreten die Anwesenheit des Organismus (Pilzes) genügt, ohne dass dieser dabei selbst in Reaction tritt (etwa durch seine Ernährung das Gährmateriel zersetzt). Die Hefe veranlasst durch ihre Anwesenheit den Zucker, in Alkohol und Kohlensäure zu zerfallen, ernährt sich aber nicht von Gährprodukten (diese sind sogar schädlich für die Hefe); die Milchsäurebacterien (Spaltpilze) veranlassen den Traubenzucker, sich in Milchsäure zu verwandeln, ohne etwas von den Zersetzungsprodukten ihrem Organismus einzuverleiben.

Es giebt eine Reihe von Erscheinungen, die sich den eben erwähnten an die Seite stellen lassen, und die betrachtet werden müssen, will man von den eigentlichen Gährerscheinungen ein richtiges Verständniss erlangen. Am nächsten lassen sich mit den Gährorganismen bezüglich der Wirksamkeit vergleichen die sogenannten ungeformten Fermente, denen gegenüber man die Gährungsorganismen auch geformte Fermente genannt hat; ihre wichtigsten Repräsentanten sind: Diastase, Emulsin, Myrosin, Invertin, Pepsin und Peptase. Diastase zerlegt Stärke in Maltose und Dextrin; Emulsin (in süssen und bittern Mandeln) spaltet Glycoside (z. L. Amygdalin, Coniferin) in verschiedene Körper, Myrosin (im Samen des schwarzen Senf) zerlegt myronsaures Kali in Senföl, Zucker und saures schwefelsaures Kali, Invertin besitzt die Fähigkeit, Rohrzucker in Traubenzucker und Fruchtzucker umzuwandeln, Pepsin und Peptase haben die physiologisch ausserordentlich wichtige Fähigkeit und Aufgabe, unlösliche Eiweiss-

stoffe zu verflüssigen. Ein Gerstenkorn könnte nicht keimen, wenn es keine Diastase hätte, welches das Stärkemehl des Samens in eine lösliche zum Transport taugliche Verbindung umwandelt; das Thier könnte nicht verdauen, wenn die genossenen Eiweissstoffe nicht durch Eiweiss lösende Fermente in verdaulichen Zustand übergeführt würden. Die Wirkung der ungeformten Fermente stimmt mit der geformten darin überein, dass beide durch ihre blosse Anwesenheit chemische Spaltungen und Umsetzungen bewirken, ohne selbst dabei in Reaction zu treten (wie das sonst bei chemischen Processen der Fall ist). Der Unterschied zwischen beiden Vorgängen liegt darin, dass im einen Fall der zerlegende Körper ein Organismus, im andern Falle eine chemische Verbindung ist. Bis in die neueste Zeit war die chemische Natur der ungeformten Fermente noch sehr in Frage gestellt und zum Theil ganz fälschlich beurtheilt. O. Löw hat in einer Abhandlung „über die chemische Natur der ungeformten Fermente“ (Pflügers Archiv Bd. XXVII p. 203) für einige Fermente (Malzdiastase und das peptische Ferment des Pancreas) mit Sicherheit nachgewiesen, dass es eiweissartige Körper von dem Charakter des Peptons seien, dasselbe was Wurtz schon früher für das Papain nachgewiesen hatte. Ferner kam O. Löw durch genaue Prüfung der von Andern gemachten Untersuchungen zu dem Resultat, dass in keinem einzigen Falle die Behauptung bewiesen sei, dass die ungeformten Fermente keine Eiweisskörper seien. Zwar hat es auch früher nicht an physiologischen Stimmen gefehlt, welche die Eiweissnatur der ungeformten Fermente betonten; aber ebenso oft wurde von chemischer Seite auf Grund von Elementaranalysen dagegen Einspruch erhoben und behauptet, die Fermente hätten nichts mit den Eiweisskörpern zu thun. So gelangte Hüfner bei seinen Untersuchungen zum Schluss, dass „alle bisher nach besseren Methoden isolirten analysirbaren Fermente von den Eiweisskörpern wesentlich verschiedene Substanzen sind.“ Indessen dürften an diesen Resultaten wohl Verunreinigungen der betreffenden Hüfner vorliegenden Präparate Schuld sein. Auch Wurtz fand Anfangs in seinem Papainpräparat (dem peptischen Ferment des Saftes von Carcia Papaya) nur 46% Kohlenstoff (das Eiweiss hat über 53%) und erst, als er zur Reindarstellung des Fermentes die Dialyse zu Hülfe nahm und schliesslich zur Fällung mit Bleiessig schritt, stieg der Kohlenstoffgehalt von 46 auf 53%. Bei Invertin konnte M. Barth mit Alkali und Kupferlösung keine Eiweissreaction erhalten, jedenfalls nur aus dem Grund, weil sein Invertinpräparat mit Hefengummi verunreinigt war, der mit alkalischer Kupferlösung einen lichtblauen Niederschlag gibt und natürlich die sogenannte Biuretreaction verdeckt. Dieselbe Verunreinigung war jedenfalls auch daran Schuld, dass Barth aus Invertin kein Leucin erhalten könnte, und „es erhellt zur Genüge, dass Barth für seinen Ausspruch, dass das Invertin den Eiweissstoffen nicht zugerechnet werden dürfe, nicht den geringsten Beweis erbracht hat.“ Wenn Zulkowsky sagt, die Malzdiastase sei kein Eiweissstoff, so liegt dies jedenfalls nur darin, dass er bei seinen Versuchen keine reine Diastase vor sich hatte, sondern die Zulkowsky'sche „Diastase“ der Hauptsache nach ein Gemenge von einem Eiweisskörper mit Dextrin ist. Löw stellte auf andere Weise als Zulkowsky eine reinere Diastase her, welche eine intensive diastasische Wirkung besass, Millons Reaction in ausgezeichneter Weise gab, mit Kali und Spur Kupfervitriollösung eine Rosafärbung, mit Gerbsäure und Pikrinsäure Niederschläge, mit Ferrocyankalium und Essigsäure nur schwache Trübung gab und beim Kochen nicht koagulirte. Bei Erhitzen auf Platinblech entwickelte das Präparat den so charakteristischen Geruch verbrennender Albuminstoffe.

„Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, dass die diastasische Wirkung an einen Eiweisskörper geknüpft ist und zwar an einen Eiweisskörper von Charakter des Peptons." Auch die Reindarstellung des Pankreasferments gelang O. Löw; das nach seiner Methode erhaltene Ferment stellte „ein schweeweises Pulver dar, welches sich sehr leicht in Wasser zu einer schwach sauer reagirenden Flüssigkeit löste, die beim Schütteln stark schäumte. Es verdaute äusserst energisch gequollenes Fibrin, besonders nach Zusatz einer geringen Menge kohlensauren Natrons, hatte bedeutende diastasische aber keine fettspaltenden Eigenschaften, war also ein Gemeng von 2 Fermenten." In chemischer Beziehung entsprach der Charakter genau dem der Eiweisstoffe, Das Ferment gab alle Eiweissreactionen in ausgezeichneter Weise, und die Elementaranalyse ergab folgende Zahlen: C = 52,75 H = 7,51 N = 16,55 O + S = 23,19, also die Zusammensetzung der Eiweissstoffe. Da die Lösung des Pankreasfermentes beim Erhitzen nicht koagulirt, muss es zu den peptonartigen Eiweissstoffen gezählt werden.

Die ungeformten Fermente sind also Eiweissstoffe und zwar höchst wahrscheinlich verschiedene active Modificationen der Peptone welche beim Kochen ihrer Lösung in die gewöhnlichen Peptone übergehen. Merkwürdig muss es erscheinen, dass die Peptone das eine Mal fermentative Eigenschaften besitzen, das andere Mal nicht. Kocht man ein Ferment mit Alkalien oder Säuren, so wird es „getödtet." Indess gibt uns dies einen Fingerzeig für die Erkennung der nahen Beziehungen zwischen ungeformten und geformten Fermenten, da auch die letzteren, die gährungerregenden Organismen durch die erwähnten Mittel getödtet werden. Das Protoplasma der Gährungsorganismen(das nach den neuesten Ansichten durch seine Schwingungen die Gährung verursacht) besteht ferner im Wesentlichen auch aus Eiweiss, stimmt also bezüglich seiner chemischen Beschaffenheit mit den ungeformten Fermenten überein. Wir sehen also, dass zwischen den ungeformten Fermenten und dem lebenden Protoplasma ein naher Zusammenhang besteht; beide kommen ja auch stets zusammen vor, wie die weite Verbreitung der Fermente im Pflanzen- und Thierreich beweist. Es ist, als wären die Fermente losgerissene Stücke des Protoplasmas, denen die Organisation mangelt aber noch ein Rest von derselben Kraft anhängt, die in dem complicirt organischen Protoplasma thätig ist. Wie das Protoplasma, besitzen auch die ungeformten Fermente die Eigenschaft, eine Reihe ganz verschiedener Funktionen auszuüben. Die einen wirken auf Eiweissstoffe, die andern auf verschiedene Kohlenhydrate, eines wirkt spaltend auf Harnstoff, ein anderes auf Amygdali, wieder ein anderes auf myronsaures Kali etc. Invertin wirkt auf Rohrzucker nicht auf Stärke, Malzdiastase auf Stärke nicht aber auf Rohrzucker. Manche ungeformte Fermente wirken mit Leichtigkeit auf Cellulose, sind aber unfähig, auf Stärkemehl zu wirken, andere verhalten sich umgekehrt. Die Erörterung der Frage, worin wohl der Unterschied zwischen lebenden und getödteten Fermenten liegt, würde hier zu weit führen; nur ganz kurze Andeutungen mögen gegeben werden. O. Löw hat nachgewiesen, dass die lebenden Fermente Silberoxyd reduciren, während getödtete diese Fähigkeit nicht mehr besitzen, und schliesst daraus auf das Vorhandensein von Aldehydgruppen (lebhaft bewegliche, stark reducirenden Atomgruppen) im lebenden Ferment und deren Verschwinden (resp. Umlagernng) beim „Tödten." Indess hält Löw selbst den von ihm am Pankreasferment gemachten Versuch nicht für vollbeweisend. Für das lebende Protoplasma der Pflanzenzellen ist in-

dess von O. Löw und Th. Bokorny schon früher (Chemische Ursache des Lebens, München 1881) nachgewiesen worden, dass es Aldehydgruppen besitzt, während im getödteten Protoplasma dieselben nicht mehr nachweisbar sind.

So viel also kann nach dem Gesagten als feststehend angenommen werden, dass viele Parallelen zwischen ungeformten Fermenten und lebendem Protoplasma bestehen, und da die geformten Fermente nichts anderes als lebendes Protoplasma sind, auch zwischen ungeformten und geformten Fermenten. Beide bestehen aus eiweissartigen Körpern, bei beiden gibt es einen activen und inactiven Zustand, beide wirken in höchst mannigfaltiger Weise durch ihre blosse Berührung auf anwesende chemische Verbindungen ein. und der Unterschied zwischen beiden liegt, wie schon im Wort gesagt ist, darin, dass die einen organisirt (geformt) sind, die andern lediglich Eiweissstoffe ohne weiteres künstliches Gefüge. Die Wirkung der ungeformten Fermente bezeichnet man einfach als Fermentwirkung, die der organisirten Fermente als Gährung.

Es gibt in der Chemie noch einige weitere Beispiele, wo ein Körper durch blossen Contact den Zerfall oder die Umsetzung eines andern bewirkt (man nennt eine solche Wirkung eine „katalytische"). So bewirkt Schwefelsäure den Zerfall des Rohrzuckers in Glycose und Levulose unter Wasseraufnahme. Noch viel besser lässt sich nach O. Löw der Fermentwirkung vergleichen die der Aldehyde: „Unter den neutralen Verbindungen der organischen Chemie, welche auf andere Körper einen hydratisirenden Einfluss äussern, ohne sich selbst zu verändern, ragen vor Allem die Aldehyde hervor. So wird z. B. Cyan in Berührung mit Aethylaldehyd zu Oxamid, ein Process der in gewissem Grade an fermentative Wirkung erinnert. Dass bei den gewöhnlichen chemischen Processen der Körper, welcher die Umsetzung eines andern veranlasst, immer selbst in Reaction tritt, indem er sich mit einem der Zerfallsprodukte verbindet, daran soll hier nur ganz kurz erinnert werden. Wenn z. B. Schwefelsäure mit Pottasche in Contact gebracht wird, wirkt dieselbe nicht etwa bloss durch Contact (durch ihre Schwingungszustände) auf die Pottasche ein, sondern sie wirkt in Kraft ihrer chemischen Affinität zum Kali, reisst dasselbe an sich und befreit die Kohlensäure aus der Verbindung mit dem Kali.

Nach dem Gesagten lautet die Definitation der Gährung folgendermassen: Die Gährung ist ein durch die Anwesenheit von Gährorganismen bedingter Zerfall des Gährmaterials, wobei es gleichgiltig bleibt, welcher Art dieser Zerfall sei. Gewöhnlich ist der durch die Gährorganismen bewirkte Zerfall ein sehr tiefgreifender; es werden dabei Kohlenstoffketten gesprengt (man denke an die Spaltung von Zucker in Alkohol und Kohlensäure), während bei der Fermentwirkung keine so fundamentalen Zersetzungen eintreten. Wenn z. B. durch das Invertin Rohrzucker in Traubenzucker und Fruchtzucker gespalten wird, so entstehen dabei allerdings aus Molekülen von 12 Atomen Kohlenstoff solche mit 6; allein die beiden 6 Kohlenstoffatome haltigen Gruppen waren im Rohrzucker nicht mit Kohlenstoff an Kohlenstoff gebunden, sondern durch ein Sauerstoffatom zusammengeheftet.

Man kennt bis jetzt eine grosse Anzahl von Gährungsprocessen; wir führen dieselben der Reihe nach auf, wobei aber nur die unter 1—6 genannten als die wichtigeren einer eingehenden Besprechung unterzogen werden sollen, während die übrigen mit einigen kurzen der Aufzählung beigefügten Worten abgehandelt werden sollen.
1) Alkoholische Gährung, wobei Traubenzucker durch Bierhefe in Alkohol und

Kohlensäure als Hauptprodukte gespalten wird; doch treten bei dieser Gährung immer auch kleine Mengen von Glycerin und Bernsteinsäure auf. 2) Essigsäuregährung, bei welcher Alkohol durch die Anwesenheit von Mycoderma aceti unter Abspaltung von Wasser und Aufnahme von Sauerstoff in Essigsäure übergeführt wird. 3) Milchsäuregährung, wobei die Glycosen, Rohrzucker, Milchzucker und die Gummiarten durch die Thätigkeit der Milchsäurebacterien in Milchsäure zerfallen unter Auftreten verschiedener Nebenprodukte wie Alkohol, Buttersäure, Kohlensäure, Mannit. Die Spaltpilze, welche diesen Gährprocess veranlassen, sind in faulendem Käse enthalten. Die Milchsäuregährung geht nur in neutralen Flüssigkeiten vor sich (daher ist es gut, denselben Kreide oder Zinkoxyd zuzusetzen, welche die entstehende Säure neutralisiren). 4) Buttersäuregährung; der Spaltpilz Bacillus substilis bewirkt hiebei das Zerfallen von Traubenzucker in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff. 5) Schleimige Gährung, bei welcher Zucker durch die Spaltpilzethätigkeit in Mannit und Kohlensäure zerlegt wird. 6) Fäulniss- oder faulige Gährung, wobei stickstoffhaltige organische Körper durch Spaltpilzthätigkeit eine Zersetzung in verschiedene Produkte erleiden, unter denen übelriechende niemals fehlen. Gährungen von untergeordneter Bedeutung (für die Bierbrauerei) sind folgende: Die Weinsteingährung, in Folge deren Weinstein (saures weinsaures Kali) durch Spaltpilze in kohlensaures Kali umgewandelt wird (das Umschlagen des Weines beruht auf diesem Process); die Glyceringährung, eine auch durch Spaltpilze bewirkte Gährung, bei welcher Kohlensäure und Wasserstoff. Butylalkohol, Buttersäure, Capronsäure und Spuren von Alkohol und Essigsäure als Produkte auftreten; die Ammoniakgährung, die im Harn bei Anwesenheit von Spaltpilzen (also beim Stehen an der Luft) eintritt. Hiebei wird der Harnstoff unter Wasseraufnahme in Kohlensäure und Ammoniak gespalten. Bei der Salpetersäuregährung wird aus Ammoniak oder diesem nahestehenden Verbindungen Salpetersäure gebildet, eine Gährung, welche unter dem Einfluss von Spaltpilzen in der Ackererde vor sich geht. Bei der Gerbsäuregährung wird Gerbsäure in Gallussäure und Zucker gespalten (wahrscheinlich durch gleichzeitige Thätigkeit von Schimmelpilzen und Bacterien).

1) Alkoholische Gährung.

Lässt man zuckerhaltige Fruchtsäfte, wie Weinbeerensaft, Aepfel- oder Johannisbeersaft oder andere zuckerige Flüssigkeiten wie Bierwürze bei mässiger Temperatur an der Luft stehen, so geht daran sehr bald eine sehr in die Augen springende Veränderung vor sich: Die Flüssigkeit trübt sich, es entsteigen derselben Gasblasen, deren Menge endlich so gross wird, dass die Flüssigkeit den Anblick des lebhaften Schäumens bietet; sie ist in Gährung gerathen. Früher oder später wird die Temperatur wieder abnehmen und endlich in völligen Stillstand übergehen, wobei dann am Grund oder an der Oberfläche der Flüssigkeit sich eine schmutzigfarbige, schmierig anzufühlende Breimasse abscheidet. Gleichzeitig mit diesen äusserlich sichtbaren Veränderungen gehen innere chemische Wandlungen in der Flüssigkeit vor sich. Der vorher süss schmeckende Saft hat seine Süssigkeit mehr oder weniger vollständig eingebüsst; an Stelle des Zuckers ist eine geistige in grossen Mengen berauschende Substanz, Alkohol, getreten, während Kohlensäure in Gasform entwichen ist und das Schäumen der Flüssigkeit veranlasst hat. Die sich absetzende schmierige Masse hat die Fähigkeit auch andere zuckerhaltige Flüssigkeiten wiederum in Gährung zu versetzen und wird

Hefe genannt. Sie besteht aus sehr kleinen nur unter dem Mikroscop unterscheidbaren Organismen von elliptischer bis rundlicher Form, bezüglich deren Naturgeschichte und Physiologie auf das im 2. Bande und in dem Kapitel „Pilze“ dieses Bandes Gesagte verwiesen wird. Das Gährmaterial, der Zucker, sowie die Hauptgährprodukte, Kohlensäure und Alkohol, sind im 2. Band S. 69 schon so ausführlich beschrieben worden, dass hier darüber hinweggegangen werden kann. Von den in geringen Mengen bei der Alkoholgährung entstehenden Produkten, Bernsteinsäure und Glycerin, ist nur das letztere im 2. Band S. 86 beschrieben worden. Von der Bernsteinsäure sollen hier die wesentlichsten Eigenschaften kurz beschrieben werden.

Die Bernsteinsäure hat die Zusammensetzung $\begin{matrix} C\,H_2\,.\,C\,O\,H_2 \\ C\,H_2\,.\,C\,O_2\,H \end{matrix}$ und kommt fertig gebildet im Bernstein vor, ferner in einigen Braunkohlen, Harzen, Terpentinölen, wie auch in thierischen Säften. Sie bildet sich bei der Oxydation der Fette mittelst Salpetersäure, beim Gähren des äpfelsauren Calciums und, wie eben gesagt, bei der Alkoholgährung des Zuckers.*) Nach Lintner ist sie auch im Weichwasser enthalten. Künstlich kann sie hergestellt werden durch die Reduction von Aepfelsäure und Weinsäure beim Erhitzen mit Jodwasserstoffsäure und noch durch viele andere Methoden. Sehr leicht gewinnt man die Bernsteinsäure durch Gährung von äpfelsaurem Calcium: Man bringt zu rohem äpfelsaurem Calcium Kalkwasser und faulenden Käse, und lässt einige Tage bei 30—40° stehen. Hierauf zersetzt man den gebildeten bernsteinsauren Kalk mit Schwefelsäure, filtrirt und verdampft das Filtrat zur Krystallisation. Die Bernsteinsäure krystallisirt in monoklinen Prismen oder Tafeln und hat einen schwach sauren unangenehmen Geschmack. Sie schmilzt bei 180° und destillirt bei 235°. In Wasser ist sie ziemlich löslich (sie löst sich in 23 Theilen Wasser von 20° und 4 Theilen siedenden Wassers). Schwer löst sie sich in Alkohol und kann durch Aether der wässerigen Lösung grösstentheils entzogen werden. Durch den galvanischen Strom wird Bernsteinsänre in Aethylen, Kohlensäure und Wasserstoff zerlegt. Sie ist eine 2-basische Säure; ihre Alkalisalze sind in Wasser leicht löslich und wenig beständig; das Calciumsalz scheidet sich aus kalter Lösung mit 3 Molekülen Wasser, aus heisser Lösung mit 1 $H_2\,O$ aus (weil es in Wasser schwerlöslich ist).

Ausser Alkohol, Kohlensäure, Bernsteinsäure und Glycerin treten bei der Alkoholgährung noch einige andere Produkte auf, wie Milchsäure, Propylalkohol und besonders Amylalkohol, welche aber nach Pasteur nicht als nothwendige Gährungsprodukte anzusehen sind. Die Produkte der Alkoholgährung sind nach Art und Menge nicht immer gleich, eine Thatsache, die als solche feststeht aber bis jetzt noch keine genügende Klärung gefunden hat. 2—4 procentige Zuckerlösungen scheinen mehr Bernsteinsäure und Glycerin zu liefern als 20—25procentige. Nach Brefeld soll ein Unterschied bestehen zwischen den Produkten der Gährung, so lange die Hefezellen noch lebenskräftig sind und jenen welche bei lang andauernder Gährung auftreten, wobei also die Zellen bereits dem Tode entgegengehen. Die Produkte absterbender Hefe sind neben Kohlensäure und geringen Mengen von Aethylalkohol (gewöhnlichen Alkohol) Fuselöle, ferner sehr aromatische Verbindungen und eine nicht geringe Menge von Säure, einer Gährungssäure, die nicht näher bestimmt ist. Bei langer Gährung tritt allmählig ein Absterben der Hefe ein und man erhält so Weine von saurem aromatischem Geschmack; Bier erhält durch lange Nachgährung einen eigenthümlichen aromatischen Geschmack. (Bierbrauereibesitzer Preu in Weissenburg a/S. setzte uns im Juni 1882

*) Dr. K. Lintner Lehrbuch der Bierbrauerei. Braunschweig 1877. Seite 145.

16 Jahre altes Bier, auf Flaschen gefüllt vor, welches ein weinähnliches Aroma und ohne sauer zu sein, einen wenn auch ungewohnten, doch noch angenehmen Geschmack besass).

Ausser den Gährprodukten treten aber in der Gährflüssigkeit Stoffe auf, welche ihre Abkunft den Hefenzellen verdanken und während der Gährthätigkeit von denselben ausgeschieden wurden, so namentlich Peptone und Eiweiss, von stickstoffhaltigen Verbindungen Pflanzenschleim. Das Leucin und Tyrosin, das manchmal in der Gährflüssigkeit nachzuweisen ist, stammt nicht direkt aus den Hefezellen sondern entsteht erst nachträglich durch Einwirkung von Spaltpilzen auf die stickstoffhaltigen Substanzen.

Als bemerkenswerther Umstand bei der Alkoholgährung des Traubenzuckers ist zu erwähnen, dass dabei Wärme frei wird. Dies hat seinen Grund in zweierlei Dingen: Erstens wird durch Auflösung des gebildeten Alkohols im Wasser Wärme frei, und zweitens wird durch den Zerfall des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure Spannkraft frei (letzteres ist die Hauptquelle der bei der Gährung frei werdenden Wärme). Es wird zwar nicht alle frei werdende Wärme zur Steigerung der Temparatur in der Gährflüssigkeit verwendet; ein Theil wird in Arbeit umgesetzt (bei Vermehrung und Wachsthum der Hefezellen, beim Entweichen der Kohlensäure, welche nicht unbeträchtlichen Widerstand durch den Luftdruck und die Flüssigkeit selbst zu überwinden hat). Gleichwohl tritt bei der Gährung eine merkliche Temperaturerhöhung der Gährflüssigkeit ein.

Verschiedene Momente, welche auf die Gährung überhaupt einzuwirken vermögen. Es gibt eine Unzahl von Einflüssen, welche bei der Gährung in Betracht kommen, darunter manche, deren richtige Beurtheilung sich vorläufig nur schwer erreichen lässt. Die Hefe ist eben eine sehr subtile Pflanze, welche von Tausenden kleinlicher Umstände beeinflusst wird, die häufig schwierig zu erkennen, meist aber noch schwieriger zu beseitigen sind. Wir wollen in Nachstehendem versuchen, die hauptsächlichsten Momente hervorzuheben, welche bei dem Gährprocess in Betracht kommen.

Die Temperatur ist, wie für das gesammte vegetative Leben, die gesammte Pflanzenwelt, so auch für die Hefe von grösster Bedeutung. Es ist ja längst bekannt, dass die Lebensprocesse der Pflanzenzellen sich nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen abspielen, unterhalb welcher oder über welchen die Lebensthätigkeit der Zellen eingestellt wird. „Jede Funktion tritt erst dann ein, wenn die Temperatur der Pflanze oder des betreffenden Pflanzentheils einen bestimmten Grad über dem Gefrierpunkt der Säfte erreicht, und sie hört auf, wenn eine bestimmte höchste Temperatur eintritt, die, wie es scheint, niemals über 50° C betragen darf, so dass das Pflanzenleben, d. h. der Verlauf der Vegetationsprocesse zwischen die Grenzwerthe 0° und 50° im Allgemeinen eingeschlossen zu sein scheint.“ (Sachs). Diese Grenzen sind aber nicht für alle Funktionen und nicht bei allen Pflanzen gleich. So nehmen Wurzeln von Tabak und Kürbis aus einem feuchten Boden bei 3—5° C nur sehr ungenügend Wasser auf, während eine Erwärmung des Bodens auf 12—18° C hinreicht, um die Wasseraufnahme auf das richtige Maas zu steigern. Die Wurzeln von Brassica oleracea (Kohl) dagegen nehmen noch aus einem nahezu 0° C kalten Boden genügende Mengen Wasser auf. Die Reizbarkeit der Mimosenblätter tritt erst ein, wenn die Temperatur der umgebenden Luft 15° C übersteigt. Ferner werden die Funktionen der Pflanzen innerhalb jener Temperaturgrenzen nicht gleichmässig ausgeübt, sondern sie erreichen bei einer bestimmten Temperatur ihren Höhepunkt und fallen von da nach beiden Temperaturgrenzen ab.

So wachsen die Keimwurzeln von Zea Mays am stärksten bei 27_2° C, unterhalb und oberhalb dieser Temperatur tritt Verlangsamung des Wachsthums ein. So gibt es auch für die *Hefe* eine Temperatur, die ihrem Wachsthum, ihrer Ernährung und Vermehrung, also wohl auch der Gährung, am günstigsten ist; und diese liegt nach zahlreichen Beobachtungen zwischen 25 und 30° C. Doch findet Gährung auch bei andern und höheren Temperaturen ganz gut statt, nur langsamer. Nach A. Mayer findet sogar etwas unter 0° noch langsame Gährung und Hefevegetation statt. Unter dem Einfluss verschiedener Temperaturen ändert sich die Form der Hefe; so bildet sich bei + 5 bis 8° die Unterhefe, bei + 10° C die äusserlich so verschiedene Oberhefe. Ober- und Unterhefe sind aber nicht bloss nach Form, Lebensweise und specifischen Gewicht verschieden, sondern haben auch verschiedene Gährwirkung. Die Produkte der rascher gährenden Oberhefe sind weniger aromatisch und weniger haltbar als die der langsam gährenden Unterhefe. Obergährige Flüssigkeiten enthalten meist reichlichere Mengen von Essigsäure als untergährige. Bei 50—60° C wird die Hefe in befeuchteten Zustand nach A. Mayer sicherlich getödtet, während sie im luftrockenen Zustand auf höhere Temperaturen erhitzt werden kann, ohne ihr Leben einzubüssen. Unter 0° soll die Temperatur noch um ein Bedeutendes sinken dürfen, ohne dass die Hefe dabei abstirbt. (Cagnard de Latour).

Feuchtigkeit macht die Hefe empfindlicher, nicht nur gegen höhere Temperaturen, sondern überhaupt, z. B. auch gegen Aushungerung. Ist die Hefe in reinem Wasser suspendirt und werden ihr keine Nährstoffe geboten, so geht sie binnen kurzer Zeit zu Grunde; getrocknet aber kann sie längere Zeit (bis zu 1 Jahr) aufbewahrt werden (natürlich ohne dass sie sich ernährt). Die Bereitung der Presshefe beruht auf dieser Erfahrung: Um Presshefe herzustellen, mischt man breiartige Hefe mit Stärkemehl, welches rasch das der Hefe anhängende Wasser aufsaugt. Durch gelindes Pressen wird der Ueberschuss von Wasser entfernt und die Masse an der Luft oder bei 20—30° C getrocknet und in offenen Gefässen conservirt.

Druck wirkt sehr erheblich auf alle organisirten Fermente. P. *Berty* fand, dass Fäulnissfermente durch stark comprimirten Sauerstoff und comprimirte Luft getödtet werden (wodurch natürlich auch die Gährung aufhört), dass die alkoholische Gährung dadurch unterbrochen wird und der Wein dadurch vor Verderben geschützt wird (Auftreten des angenehmen Geschmackes des Gealtertseins), dass ferner ungeformte Fermente durch comprimirte Luft nicht unwirksam gemacht werden. Erhitzt man Bier oder Wein etc. in starken verschlossenen Gefässen $1/2$ Stunde auf 45—48° C so sterben durch den erzeugten starken Dampfdruck im Gefäss sämmtliche organisirten Fermente (die Hefezellen) ab und die so behandelten Flüssigkeiten sind vor dem Verderben geschützt (Pasteurisiren).

Licht wirkt *beschleunigend* auf die Gährung, wesshalb Gährungen im Licht rascher beendigt sind, als im dunkeln Raum. Dass das Licht auf das Wachsthum anderer Pflanzen und Pflanzentheile einwirkt, ist längst bekannt. Manche Pflanzen erleiden durch Licht eine Beschleunigung ihres Wachsthums, manche eine Verzögerung. Vielleicht wirkt das Licht bei der Gährung eben dadurch beschleunigend, dass es das Wachsthum befördert. *Electricität* scheint keinen Einfluss auf die Gährthätigkeit der Hefe zu üben. Wenigstens verursachen electrische Ströme, durch eine in Gährung begriffene Flüssigkeit geleitet, weder Beschleunigung noch Verzögerung der Gährung.

Die Gährungsprodukte, Alkohol und Kohlensäure, sind rücksichtlich ihrer Einwirkung auf das Wachsthum und Wohlbefinden der Hefe besonders bemerkenswerth. Während Kohlensäure nicht wesentlich schädigend auf die Hefe wirkt (sie kann von den Hefezellen in grosser Menge ohne Nachtheil für ihre Funktionen ertragen werden), ist Alkohol, wenn er eine gewisse Menge überschreitet, schädlich für die Hefe. Er wirkt in geringen Mengen hemmend auf die Gährthätigkeit der Hefe und macht, wenn er auf 14% steigt, eine weitere Gährung unmöglich. Andere Gase als Kohlensäure hat Dumas rücksichtlich ihrer Einwirkung auf die Gährung untersucht. Er liess Gährungen unter dem ausschliesslichen Einfluss von Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd, Stickoxydul und Kohlenwasserstoff vor sich gehen und konnte in allen Fällen weder eine chemische noch morphologische Veränderung der Hefe bei Untersuchung unter dem Microskop bemerken. Auch Ozon soll nach Van de Brock indifferent sein gegen Hefe und Gährung.

Salze, Gifte und Antiseptica: Alle Substanzen, die mit dem Pflanzeneiweiss Verbindungen eingehen oder es zur Coagulation bringen oder den Zellen Wasser entziehen, wirken nachtheilig auf Hefe und Gährung ein. Starke Säuren wie Schwefel-, Salpeter- und Chlorwasserstoffsäure tödten den Hefenorganismus; schweflige Säure ist besonders schädlich. Blausäure, Antimonsäure, arsenige Säure und Carbolsäure scheinen auf Hefe nicht besonders nachtheilig zu wirken, wie auch Strychnin und überhaupt die sonst so giftigen Alkaloide eine Gährung nicht wesentlich zu schädigen vermögen. Die meisten Metallsalze, so namentlich Quecksilbersalze verschieben oder unterbrechen rasch jede Gährung. Borax und Borsäure wirken sehr nachtheilig auf alle organisirten Fermente, wahrscheinlich weil sie (nach Schnetzler) Verbindungen mit dem Protoplasma der Hefenzellen eingehen. Durch Borax kann man also Fäulniss und alkoholische Gährung etc. unterdrücken, wenn man ihn in genügender Menge zusetzt, da er sonst durch die eiweissartigen Substanzen der Flüssigkeiten insgesammt gebunden und unschädlich gemacht wird.

Zu den unaufgeklärten Störungen der Gährung muss diejenige gezählt werden, welche durch mehrfache Anwendung ein und derselben Hefe im nemlichen Local verursacht wird. Bierhefe, welche längere Zeit im selben Gährlocal angewendet wird, verliert allmählig die Fähigkeit kräftig zu gähren, kann aber bei Uebertragung an einen andern entfernten Ort wieder mit gutem Erfolg zur Vergährung der Würze dienen. Die Nothwendigkeit des sogenannten „Zeugwechsels" ist in vielen Fällen bis heute ein Räthsel.

Nachdem im Vorausgehenden die Vorgänge und Producte bei der Alkohol-Gährung, sowie die verschiedenen Einflüsse, denen sie unterworfen ist, einer näheren Betrachtung unterzogen wurde, wollen wir dazu übergehen, einige geschichtliche Notizen über die Kenntniss der Gährungsorganismen zu geben *), um dann daran eine ausführliche Erörterung der heute bestehenden Theorieen über die Gährung zu knüpfen. Die Gährung war schon in den ältesten Zeiten bekannt und ist auch heute den unkultivirten Völkern nicht fremd. Wie die Bewohner Mitteleuropas lange vor der christlichen Zeitrechnung aus Honigwasser, Aepfelmost und Gerstensaft sich berauschende Getränke bereiteten, so weiss der Neger Centralafrikas aus zuckerhaltigen

*) Wir folgen hiebei im Wesentlichen der Darstellung von Harz, „Grundzüge der alkoholischen Gährungslehre, München 1877.

Säften einen wenn auch primitiven Wein herzustellen, ohne es von den Weissen gelernt zu haben. Im Reich des Jnka, in Mexiko, und in andern Ländern Amerikas war zur Zeit der Entdeckung jenes Welttheils die Fabrikation berauschender Getränke längst bekannt und die heute noch existirenden Indianerstämme Nordamerikas üben die aus alter Zeit ererbte Kunst, berauschenden Maiswein herzustellen, fort. Ein Naturforscher fand vor einigen Jahren bei einem ganz uncivilisirten Indianerstamme alte Frauen damit beschäftigt, feuchte unreife Maisfrüchte und Maiskolben durch Kauen in einen Brei zu verwandeln. Die also zerkleinerte Substanz wurde mit Wasser in ausgehöhlten grossen Fruchtschalen der Gährung überlassen und nach Beendigung dieser das Getränk bei Festlichkeiten consumirt. Dass die civilisirten Nationen der Vorzeit mit dem Gährungsgewerbe vertraut waren, kann uns demnach nicht wundern. Die Aegypter kannten die Gährung und wollten die Kunst der Weinbereitung nach einer alten Sage von Osiris erlernt haben, die Griechen schrieben dem Bachus, die Israeliten dem Noah die Priorität jener segensreichen Kenntniss zu. Auch die Anwendung der Gährung zur Brodbereitung war den Israeliten bekannt; Moses berichtet von Brod, welches mit und ohne Zusatz von Hefe bereitet wurde: bei der Flucht aus Egypten waren die Israeliten derart beeilt, dass sie es unterlassen mussten, dem Brodteig Hefe beizumischen. Offenbar aber kannten alle diese Völker nur die Entwickelung des Gährprocesses auf Teig, zuckerhaltige Flüssigkeiten etc., und diese nur in ihren oberflächlichsten Erscheinungen, nicht aber den Process, seinen Verlauf, die materiellen Vorgänge dabei. Darüber zu speculiren war späteren Geistern vorbehalten. Im Jahre 1682 machte Becher die Entdeckung, dass nur zuckerhaltige Flüssigkeiten fähig sind, die alkoholische Gährung zu erleiden, und sprach die Ansicht aus, dass der Alkohol erst während der Gährung entstehe (früher glaubte man, derselbe praeexistire im Most). Er unterschied 3 Arten von Gährung: 1) die geistige oder eigentliche Gährung, 2) die Essigsäure-Gährung, 3) die Magengährung, in Folge deren im Magen kranker Thiere brausende Gase erzeugt würden. Stahl, der berühmte Phlogistiker, sprach 1697 schon eine Vorstellung über die Gährungsursache aus, indem er sagte, die gährungerregenden Körper, die Fermente, seien in inniger Bewegung begriffen und übertragen diese Bewegung auf gährungsfähige Substanzen. Fabroni meinte, die Gährung sei ein durch chemische Verwandtschaft bedingter Process, der Zucker werde durch Hefe, welche eine kleberähnliche Zusammensetzung habe, unter Aufbrausen in Kohlensäure und Alkohol zerlegt. Fourcroy schloss sich im Wesentlichen dem Vorigen an, meinte aber, ausser Kleber könnten noch andere Stoffe wie Mehl etc. den Zucker vergähren. Ende des vorigen Jahrhunderts kannte man der Hauptsache nach die chemischen Vorgänge bei der Gährung, wusste, dass nur zuckerhaltige Flüssigkeiten vergähren können, und dass bei der Gährung eine dem Zucker entsprechende Menge Alkohol und Kohlensäure auftritt. Von der alkoholischen Gährung trennte man die saure- und die Fäulnissgährung, ohne zu verkennen, dass zwischen beiden nahe Verwandtschaft bestehe. Lavoisier nahm zuerst die Wage, Gewicht und Maass zu Hilfe, um das quantitave Verhältniss, welches zwischen Hefe, Zucker und den Produkten der Gährung besteht, festzustellen, und damit hat er die Gährungslehre in ein neues Stadium gebracht und den Weg zu raschen Fortschritten geöffnet. Im Jahre 1830 erkannte Dubrunfaut, dass der Rohrzucker, ehe er vergährt, in eine nicht krystallisirbare Form übergehe, nachdem schon Dumas und

Boully zuvor nachgewiesen hatten, dass der Rohrzucker erst nach Aufnahme eines Moleküls Wasser gährungsfähig wird. Gay Lussac und Pelouze erklärten 1833 die Milchsäurebildung als echten Gährprocess, welcher Anschauung sich bald alle Physiologen anschlossen, so dass man von nun an alle durch Fermente bewirkten Zersetzungen organischer Körper dem Gährungsbegriff unterordnete, gleichgiltig ob dabei Alkohol gebildet wird oder ein anderer Körper, ob Gasentwickelung stattfand oder nicht. Einen Gährungsprocess mit übelriechenden Producten bezeichnete man als Fäulniss. Einen höchst wichtigen Eortschritt machte die Wissenschaft der Gährung als Cagnard de Latour und Lehmann die Hefe als Organismus erkannten und zeigten, dass letztere unbedingt nothwendig zur Gährung sei. Sie liessen zu zuckerhaltigen Gemischen nur geglühte Luft treten und bemerkten, dass dabei niemals Gährung erfolgte. Turpin gab hierauf folgende Definition des Gährprocesses: „Unter Gährung muss man ein Zusammenwirken von Wasser und lebenden Körpern verstehen, die sich ernähren und entwickeln durch Aufnahme eines Bestandtheiles des Zuckers, indem sie daraus Alkohol oder Essigsäure abscheiden, eine rein physiologische Wirkung, welche anfängt und endigt mit der Existenz von Infusionspflänzchen oder -Thierchen, deren Leben erst mit der totalen Erschöpfung der zuckerhaltigen nährenden Materie aufhört. Wir werden später eine ähnliche physiologische Anschauung über den Gährprocess bei Darlegung der Pasteur'schen Gährungstheorie wiederkehren sehen. J. v. Liebig stellte in Abrede, dass die Anwesenheit lebender Hefe absolut nothwendig sei, um Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu verwandeln, und stellte die sogenannte Zersetzungstheorie auf, nach welcher jede Gährung und jeder fermentative Process durch einen in chemischer Zersetzung begriffenen Körper bedingt wird. Wir werden später auf diese Theorie wegen ihrer Wichtigkeit eingehender zurückkommen. Nach C. Schmidt sollte die Gährung ein der Aetherbildung ähnlicher Process sein. Mengt man nemlich Alkohol mit Schwefelsäure, so bildet sich Aetherschwefelsäure und Wasser, welche mit überschüssigem Alkohol beim Erhitzen in Aether und Schwefelsäure zerfällt. Der Aether destillirt mit dem gebildeten Wasser ab, während Schwefelsäure zurückbleibt. Fügt man zur rückständigen Schwefelsäure eine neue Menge Alkohol, so wiederholt sich derselbe Process. Man könnte auf diese Weise mittelst ein und derselben Menge Schwefelsäure eine fast unbegrenzte Menge Alkohol in Aether umwandeln (katalytische Wirkung der Schwefelsäure). Aehnlich dachte sich C. Schmidt den Gährprocess als eine katalytische Wirkung, und mit einigem Recht, da man ja auch mit ein und derselben Hefe wieder neue Zuckermengen in Gährung versetzen kann. Traube stellte zur Erklärung des Gährungsprocesses die Fermenttheorie auf und nahm an, dass die Hefe ein nicht isolirbares Ferment enthält, welches (ähnlich wie Diastase die Stärke in Zucker) den Traubenzucker in Alkohol und Kohlensäure spalte. Eine Hefe, welche andere Zersetzungen verursacht, würde natürlich auch ein anderes Ferment enthalten. Wir werden später auf diese Theorie des Weiteren zurückkommen. Im Jahre 1860 stellte Pasteur seine Sauerstoffentziehungstheorie auf, die wir hernach im Zusammenhang mit der letzten bedeutungsvollen Gährungstheorie, der molekular-physikalischen Gährungstheorie von C. von Naegeli, ausführlich behandeln werden. Erwähnt mag noch sein, dass von Karsten und Harz, die Hypothese ausgesprochen wurde, dass Alkohol und Kohlensäure bei der Zuckergährung als Zerfallsproducte der Zellmembran der Hefe anzusehen seien.

Nachdem wir so einen kurzen Ueberblick über die Geschichte der Gährungslehre gegeben haben, seien jetzt die 4 hauptsächlichsten und bemerkenswerthesten Gährungstheorien, mit denen uns die Wissenschaft bis jetzt beschenkt hat, eingehender dargestellt, nemlich die von Liebig, Traube, Pasteur und Naegeli. Wir folgen hiebei der ausgezeichneten Schrift C. v. Naegeli's: Theorie der Gährung, welche dieser Forscher im Jahre 1879 in der kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften zu München veröffentlicht hat.

Liebig'sche Zersetzungstheorie: Nach Liebig ist alle Gährung verursacht durch einen in chemischer Bewegung d. h. in Zersetzung befindlichen Körper, welcher eine eigene (moleculare) Bewegung auf andere Stoffe überträgt, deren Elemente nicht sehr fest zusammenhängen. Liebig's im Jahre 1839 aufgestellte Theorie stellte die Hefe als einen in der Zersetzung begriffenen Eiweisskörper dar, welcher durch seinen Zerfall die Zersetzung der Zuckermoleküle veranlasse. Lange Zeit hielt Liebig an dieser Anschauung über die Hefe fest, trotzdem Cagnard de Latour & Schwann nachwiesen, dass die Hefe ein Organismus sei, machte aber doch später den Untersuchungen Pasteur's das Zugeständniss, dass die Hefe ein lebender Organismus sei, und behauptete nun, die Hefe enthalte jenen sich zersetzenden eiweissartigen Körper, welcher durch seinen Zerfall auf Alkohol- und Kohlensäurebildung hinarbeite. Einen wesentlichen Stützpunkt für seine Zersetzungstheorie glaubte Liebig später in der von Pasteur entdeckten Selbstgährung der Bierhefe zu finden. Es war nemlich beobachtet worden, dass in ausgewaschener Hefe bei 30—35° C. eine wahre beinahe stürmische Gährung eintrete, in dem sich Kohlensäure und 8—13% Alkohol vom Trockengewicht der Hefe bilden; der Alkohol betrage bis auf 120 % von derjenigen Menge, welche aus der ganzen Cellulosemenge der Hefe entstehen könnte. Liebig schloss daraus, dass in den Hefe-Zellen ein in Zersetzung befindlicher Körper enthalten sei, welcher Zucker für die Selbstgährung liefere. Indess bedürfen die von Liebig angeführten Thatsachen einer Richtigstellung. Bei Liebig's Versuchen waren die Spaltpilze nicht ausgeschlossen (Naegeli hat die bei den Liebig'schen Versuchen angewendete Bierhefe einigemal mikroskopisch untersucht und reichlich Fäulnisshefe dabei gefunden), und daraus erklärt sich die merkwürdige Thatsache der Selbstgährung auf sehr einfache Weise. Die Hefezelle lässt (wie Naegeli nachgewiesen hat) einen beträchtlichen Theil ihrer Zellhaut (Cellulose) als Pflanzenschleim in die Flüssigkeit austreten. Die mit der Hefe gemischten Spaltpilze verwandeln nun diesen Pilzschleim mit Leichtigkeit durch ein ausgeschiedenes Ferment in Traubenzucker, welcher dann weiter von Sprosshefe zu Alkohol und Kohlensäure vergohren wird (die Fähigkeit, Schleim in Traubenzucker zu verwandeln mangelt der Sprosshefe vollständig, während wiederum Fäulnisshefe den Traubenzucker nicht in Alkohol und Kohlensäure zerlegen kann). Ja die Spaltpilze vermögen sogar unveränderte Hefenmembran anzugreifen und so Material zu der sogenannten Selbstgährung der Hefe zu liefern. Naegeli hat durch seine Versuche überzeugend nachgewiesen, dass jene merkwürdige Selbstgährung der Hefe nur durch das Zusammenwirken und Wohlbefinden zweier Pilzformen, die ungleiche Existenzbedürfnisse haben und durch Concurrenz einander leicht verdrängen, ermöglicht wird. Wenn bei den von Naegeli angestellten Versuchen die Spaltpilzbildung ausblieb, trat keine Gährung ein, weil die Hefe den Schleim nicht in vergährbares Material umzuwandeln vermochte;

nahmen die Spaltpilze zu sehr überhand, so blieb die Gährung aus, weil dadurch die Fähigkeit der Sprosshefe beeinträchtigt wurde. Mit Widerlegung dieses von Liebig beigebrachten Argumentes ist der Zersetzungstheorie der wichtigste Beweisgrund genommen. Indess lässt sich die Liebig'sche Theorie auch noch in anderer Weise unwahrscheinlich machen. Wenn ein albuminartiger in Zersetzung begriffener Körper in den Hefezellen die Gährung und Fäulniss veranlassen würde, so könnten die Zersetzungsprocesse nicht so verschieden sein; es könnte nicht der eine Pilz Alkoholgährung, der andere Milchsäure-, wieder ein anderer Buttersäure- oder Mannitgährung veranlassen, sondern es müsste allgemeine allen Pilzen gemeinsam zukommende Gährerscheinungen geben, da die Zersetzung der Albuminate in den Pilzzellen auch allen gemeinschaftlich zukommt. Ferner müsste doch jener sich zersetzende Körper sich ausziehen lassen, wie z. B. das Invertinferment aus Hefe sich isoliren lässt. Das ist aber nicht der Fall. Es ist also ein thatsächlicher Anhaltspunkt für die Liebig'sche Zersetzungstheorie nicht gegeben. Aber auch durch Analogieen (ähnliche Fälle) ist Liebigs Theorie nicht gerechtfertigt. Denn es ist kein Fall bekannt, in welchem ein in chemischer Zersetzung begriffener Körper lediglich durch seine Anwesenheit das Zerfallen einer andern Verbindung veranlasst. Es sind wohl Versuche gemacht worden, ähnliche Fälle zu konstatiren. O. Loew wendete salpetrigsaures Ammoniak an, welches sich sehr leicht zersetzt, Dumas Wasserstoffsuperoxyd; aber niemals konnte dadurch eine Veränderung des Zuckers erreicht werden. Es giebt zwar chemische Verbindungen, welche durch blosen Contact wirken; Schwefelsäure z. B. verwandelt durch Contactwirkung den Rohrzucker in Traubenzucker; allein sie bleibt dabei unverändert, zeigt keine chemische Zersetzung.

Fermenttheorie: Da also die Liebig'sche Zersetzungstheorie durch thatsächliche Anhaltspunkte fast gar nicht gestützt ist, lässt sich begreifen, dass neue Gährungs-Chemiker sich nach einer andern Erklärung für den Gährvorgang umgesehen haben. Dieselben gehen aus von der längst klar erkannten Wirksamkeit der ungeformten Fermente (Diastase, Pepsin etc.) und nehmen an, dass in den Hefezellen neben allen andern Stoffen ein solcher vorhanden sei, welcher als Ferment wirkt. Natürlich müsste dann jeder Pilz, der eine spezifische Gährung hervorruft, auch ein besonderes Ferment enthalten, die Sprosspilze ein Alkoholgährungsferment, die verschiedenen Spaltpilze ein Milchsäuregährungsferment, ein Buttersäuregährungsferment, ein Schleimgährungsferment, ein Ammoniakgährungsferment und andere Fäulnissfermente. Die Fermenttheorie wurde zuerst von Traube ausgesprochen (1858) und zuletzt von Hoppe-Seyler als für den Chemiker selbstverständlich hingestellt. Indess scheint doch zwischen Fermentwirkung und Hefenwirkung ein wesentlicher Unterschied zu bestehen. Zuerst finden sich in physiologischer Beziehung wesentliche Differenzen zwischen beiden. Die Fermente haben überall, wo sie in den Organismen vorkommen, den Zweck, unlösliche Verbindungen in lösliche, nicht diosmirende in diosmirfähige überzuführen. „Sie verwandeln die Albuminate in Peptone, Stärkemehl, Gummi, Cellulose in Glycoseformen, sie invertiren Rohr- und Milchzucker, zerlegen die Fette in keimenden Samen.“ Nur selten dienen sie einer andern Aufgabe, erzeugen scharfe, widerlich schmeckende oder giftige Stoffe. So spaltet Emulsin das Amygdalin der bittern Mandeln in Zucker, Bittermandeloel und Blausäure. Da die scharfen Stoffe in diesen Samen sich erst bilden, wenn letztere zermalmt werden und mit Wasser in Berührung kommen, ist es

offenbar, dass sie den Zweck haben, die Samen vor den Angriffen der Thiere zu schützen. Abgesehen von diesen seltenen Fällen haben die Fermente im Pflanzen- und Thierreich immer den Zweck, schlechtnährende Verbindungen in besser nährende überzuführen. Bei der Gährung ist es gerade umgekehrt; die Gährung zerstört gerade die besten Nährstoffe (Glycose und Peptone) und die Gährprodukte sind ausnahmslos schlechter nährende Verbindungen. Die Fermente bilden z. B. aus den Kohlehydraten und Proteinstoffen Glycoseformen und Peptone, also ausgezeichnete Nährstoffe; die Gährung zerlegt dieselben in Alkohol, Mannit, Milchsäure, in Leucin, Tyrosin etc. „Wir können im Allgemeinen sagen, dass die Hefenpilze durch jeden Gährprocess, den sie bewirkten, das Medium, in dem sie sich befinden, für die Ernährung chemisch ungeeigneter machen.“ — Ferner besteht eine physiologische Unähnlichkeit zwischen Gährung und Fermentwirkung insofern, als die Fermente niemals innerhalb der lebenden Plasma's wirken; sie werden vielmehr von neuen Zellen ausgeschieden, um in der Ferne zu wirken. Innerhalb der Zelle bedarf es keines Ferments, da dem lebenden Plasma in seinen eigenen Molekularkräften viel energischere Mittel zu Gebote stehen, um chemisch zu wirken.

Aber auch in chemischer Beziehung stimmen Gährung und Fermentwirkung nicht überein. Bei der Fermentwirkung geht die Umwandlung glatt vor sich; Molekül für Molekül zerfällt in seine Componenten, — Dextrin in Traubenzucker, Rohrzucker in Jnvertzucker, Albuminate in Peptone. Bei der Gähruug hingegen treten, so viel bis jetzt bekannt, ausser den Hauptproducten immer einige Nebenproducte auf, neben der normalen Spaltung wird immer ein kleiner Theil des Gährmaterials in anderer Weise zerlegt. Bei der geistigen Gährung z. B. zerfällt nicht die ganze Zuckermenge in Alkohol und Kohlensäure, sondern es wird, wie Pasteur nachgewiesen hat, ein kleiner Theil (ungefähr 5%) in anderer Weise zerlegt (in Glycerin, Bernsteinsäure und Kohlensäure). Ebenso wird bei der Milchsäuregährung nicht aller Zucker in Milchsäure umgesetzt; die mehr oder weniger reichliche Entwicklung von Kohlensäure bei dieser Gähruung beweist, dass eine geringe Menge Zucker in anderer Weise zerlegt wird. Ueberhaupt dürfte bei allen Gährungs- und Fäulnissprocessen ein kleiner Theil des Gährmaterials so gespalten werden, dass Kohlensäure entsteht; bei der Fermentwirkung findet immer ein einfacher Spaltungsprocess statt und wird Kohlensäure frei.

Der zuletzt genannte Unterschied zwischen Gährung und Fermentwirkung wäre nicht recht begreiflich, wenn beide Processe gleiche Ursache hätten; indess lässt sich derselbe leicht verstehen, wenn man annimmt, dass die Gährung durch das lebende Plasma, nicht durch ein in ihm enthaltenes Ferment bewirkt wird. Das Fermeut ist eine einfache chemische Verbindung, wird also auch einfache chemische Spaltungen hervorrufen; das Hefenplasma ist ein complicirter Organismus mit manichfachen Molekularbewegungen und Molekularkräften, wird also auch complicirte Zersetzungen veranlassen. — Eben aus diesem Grunde kann auch das Ferment leicht durch Contactsubstanzen, wie Säuren, Alkalien, und selbst Wasser bei höherer Temperatur, ersetzt werden, nicht aber Hefe.

Ein sehr bemerkenswerther Unterschied zwischen Gährung und Fermentwirkung besteht auch noch darin, dass bei der Gährung Wärme frei wird, während bei der Fermentwirkung Wärme gebunden wird.

Endlich kann gegen die Fermenttheorie noch derselbe Einwurf gemacht werden wie gegen die Zersetzungstheorie, nemlich der, dass das angebliche Ferment nicht nachgewiesen, nicht aus den Hefezellen ausgezogen werden kann. Die Gährungs-Chemiker erwidern hierauf freilich, dieses Ferment sei eben nicht löslich, sei sogar untrennbar mit den Zellen verbunden. Indess stimmt dazu wenig die Thatsache, dass alle wirklichen Fermente in Wasser löslich sind. Jene hypothetischen Fermentstoffe in den Hefezellen wären also nur dann anzunehmen, wenn Analogieschlüsse in physiologischer oder chemischer Beziehung das fordern würden. Es ist aber, wie oben gezeigt, eher das Gegentheil der Fall.

Pasteur's Sauerstoffentziehungstheorie: Pasteur ging von der Annahme aus, dass alle Pflanzen, auch die niedern Pilze, zu ihrem Leben Sauerstoff bedürfen. Für die höheren Pflanzen und für sämmtliche grüne Pflanzen überhaupt, ist diese Behauptung wohl erwiesen; entzieht man Luftpflanzen den Luftzutritt, so ersticken sie ebenso wie die Wasserpflanzen, welche man in luftfreies Wasser versetzt. Die höheren Pilze, wie die Hutpilze etc., bedürfen sicherlich ebenfalls des freien Sauerstoffes zum Leben. Für manche niedere Pilze, Spaltpilze z. B. ist es aber erwiesen, dass sie in luftfreien Nährlösungen vegetiren können. Pasteur folgerte nun aus letzterer Thatsache, dass diese Pilze ihren Sauerstoff aus den im Nährwasser gelösten chemischen Verbindungen entnehmen könnten; ein Leben ohne irgendwelche Sauerstoffaufnahme von aussen erschien ihm undenkbar; und da die Hefenpilze es hauptsächlich sind, welche unter Umständen ohne freien Sauerstoff leben können, so glaubte Pasteur, das in Zusammenhang mit der Gährung bringen zu müssen. Wenn die Hefenzellen freien Sauerstoff finden, sollen sie keine Gährung bewirken. Nach Maassgabe, als ihnen dieser mangelt, sollen sie das Gährmaterial angreifen, und indem sie demselben eine geringe Menge von Sauerstoff entziehen, es in seinem molecularen Gleichgewicht stören und zur Zersetzung veranlassen. Indess steht diese Theorie nicht mit dem thatsächlichen Verhalten der Hefe im Einklang. Naegeli hat nachgewiesen, dass die Hefe in dem Moment, wo sie in Berührung mit freiem in der Gährflüssigkeit gelöstem Sauerstoff steht, auch Zucker vergähren kann. Die Essigaetherbildung bei manchen Gährungen ist der Beweis hiefür. Essigaether bildet sich nemlich, wo Alkohol und Essigsäure im Entstehungszustande sich unmittelbar berühren. Wenn also bei einer Gährung Essigsäure sich bildet, so muss nothwendig angenommen werden, dass die Sprosshefe in demselben Moment wo durch Spaltpilze Essigsäure gebildet wird, Zuckertheilchen zu Alkohol und Kohlensäure vergährt. Und da Essigsäurebildung nur bei Gegenwart von Sauerstoff eintreten kann, so ist klar, dass die Sprosshefezelle in einem sauerstoffbeladenen Medium Zucker vergährt. Man kann nach Naegeli die Essigaetherbildung leicht beobachten, wenn man geringe Mengen Traubenmost in grosse Kolben giebt, so dass nach dem Schütteln nur die Wand benetzt ist, und dann den Kolben fleissig schüttelt. Die Essigaetherbildung beginnt dann sofort und zwar manchmal so intensiv, dass schon kleine Mengen des gegohrenen Mostes ungeniessbar werden. Im Uebrigen hängt das Resultat dieses Versuches sehr von verschiedenen Umständen, namentlich von der Beschaffenheit der Hefe ab. Während der Saft von rothen Tirolertrauben in der Regel mehr oder weniger Essigaether gab, konnte Naegeli mit dem Saft von weissen italienischen Trauben sowie mit künstlichen Nährflüssigkeiten, denen eine Spur von Bierhefe zugesetzt wurde, meistens keinen erzeugen. — Auch auf andere

Art tritt manchmal Essigaetherbildung ein, nemlich wenn die Gährung (durch irgend welche Umstände) äusserst langsam vor sich geht. Die Hefe befindet sich dann nicht innerhalb der Flüssigkeit, sondern bildet ein dünnes an der Oberfläche schwimmendes Häutchen, welches mit blosem Auge von einer jungen zarten noch glatten Rahmhaut nicht unterschieden werden kann. Dieses Häutchen besteht aus kugeligen bis ovalen Sprosshefezellen und Spaltpilzen, durch deren Zusammenwirken fast die ganze Menge des verschwindenden Zuckers zu Essigaether wird. — Immer also muss bei der Essigaetherbildung eine Vergährung des Zuckers bei Gegenwart von Sauerstoff angenommen werden, und damit ist die Pasteur'sche Behauptung widerlegt. — Ja, weitere Versuche, die von Naegeli angestellt wurden, haben sogar dargethan, dass Zutritt von Sauerstoff der Gährung günstig ist, wenn keine Nährstoffe zugegen sind und in Folge dessen die ganze Hefenmenge sich nicht oder nur unbedeutend vermehrt. Sind Nährstoffe vorhanden, so wirkt der Sauerstoff noch viel günstiger, weil dann unter seinem Einflusse auch die Vermehrung der Hefe lebhafter von Statten geht.

„Demnach ist die Theorie Pasteurs, dass die Gährung durch Mangel an Sauerstoff erfolge, indem die Hefenzellen gezwungen seien, den Bedarf an Sauerstoff dem Gährmaterial zu entnehmen, durch alle Thatsachen, die auf diese Frage Bezug haben, widerlegt."

C. v. Naegeli's molecular-physikalische Gährungstheorie. Da keine der bestehenden Theorien den bei der Gährung beobachteten Thatsachen entsprach, erdachte Naegeli eine neue Theorie, welche allen Erscheinungen Genüge leistet und auch in Uebereinstimmung mit der jetzigen Molecularphysik sich befindet. Um die molecular-physikalische Vorstellung von der Gährung recht zu erläutern, geht Naegeli von der Wirksamkeit der ungeformten Fermente und dem heutigen Stand der Molecularphysik aus. Das Ferment wirkt lediglich durch seinen Contract und betheiligt sich nicht chemisch an der vorgehenden Zersetzung. Nach Bunsens im Jahre 1873 gegebener Erklärung soll die Contactwirkung darin bestehen, „dass die Contactsubstanz gewisse Atome und Atomgruppen eines zusammengesetzten Molecüls stärker anziehe als den Rest und dadurch in Verbindung mit der Wärmewirkung und mit den chemischen Anziehungen der Atome und Atomgruppen unter einander eine neue Gruppirung also eine chemische Zersetzung hervorbringe." Nach Naegeli wirkt aber die Contactsubstanz nicht blos durch Anziehung und Abstossung, sondern vorzüglich auch durch ihre Molecularschwingungen. Nach den heutigen ausreichend begründeten Vorstellungen der Molecularphysik sind die Molecüle und ihre Atome in fortwährender um einen Gleichgewichtspunkt schwingender Bewegung begriffen. Durch Temperaturerhöhung werden diese Schwingungen beschleunigt und erweitert. „Bei jeder chemischen Substanz nun erreicht man durch Erhöhung der Temperatur früher oder später einen Punkt, wo die Bewegungen innerhalb der Molecüle so intensiv werden, dass dieselben zerfallen, sich zersetzen und möglicher Weise neue Verbindungen eingehen." Wie die Temperatur kann auch der Contact einer Verbindung mit einer andern die Bewegung der letzteren so steigern, dass dieselbe zerfällt. Berühren sich nemlich chemische Substanzen von ungleicher Schwingungsintensität, so findet ein Ausgleich statt, wobei die Bewegungen der rascher schwingenden Verbindung verlangsamt, die der langsamer schwingenden beschleunigt werden. Ist nun die Beschleunigung gross genug, so zerfällt die Verbindung. In dieser Weise stellt man sich die Zerlegung des Dextrins in

Glycosemolecule durch Schwefelsäure vor. Die Schwefelsäure beschleunigt durch ihre energischen Schwingungen die der Dextrinmolecüle so und lockert dieselben derart, dass sie zerfallen. Erwärmte und concentrirtere Schwefelsäure wirkt natürlich energischer und rascher. Ganz ähnlich nun mag der Process bei der Fermentwirkung sein, wobei das Ferment als der in sehr energischen Schwingungen begriffene Körper anzusehen ist. — Diese Vorstellung nun überträgt Naegeli auf die Gährung, und betrachtet das Plasma der Hefezellen als einen in sehr lebhaften Schwingungen begriffenen complicirt zusammengesetzten Körper, welcher durch eine Bewegung leicht zersetzbare Körper zerlegt. Er gibt folgende Definition von Gährung: „Die Gährung ist die Uebertragung von Bewegungszuständen der Molecüle, Atomgruppen und Atome verschiedener das lebende Plasma zusammensetzender Verbindungen (welche hiebei chemisch unverändert bleiben) auf das Gährmaterial, wodurch das Gleichgewicht in dessen Molekülen gestört und dieselben zum Zerfall gebracht werden.“ — Diese molekularphysikalische Theorie zeigt offenbar Aehnlichkeit sowohl zur Liebig'schen Zersetzungstheorie als zur Fermenttheorie. Die Zersetzungstheorie lässt auch das Gährmaterial durch die Bewegung eines Gährerregers zerfallen, allein nach Liebig besteht die Bewegung in einer chemischen Zersetzung, nach Naegeli wirken die Verbindungen des lebenden Plasma's ohne chemische Umsetzung bloss durch ihre molekularen Bewegungen auf das Gährmaterial. „Liebig spricht zwar im Verlauf der Darstellung zuweilen ebenfalls von Uebertragung einer Bewegung, aber diese Bewegung wurde vorgängig stets als chemische Bewegung oder Zersetzung aufgefasst. Der Gedanke, der bei allen Wandlungen der Theorie unwandelbar festgehalten wurde, war der, dass eine in chemischer Umsetzung begriffene Substanz ihre Umsetzung auf eine andere in der Nähe befindliche Substanz ertrage.“ Mit der Fermenttheorie hat die molekular-physikalische Theorie mehr innere Verwandtschaft; denn bei beiden wird die Zersetzung eines zusammengesetzten Moleküls in gleicher Weise zu Stande gebracht (durch molekular Schwingungen). Indess setzt die Fermenttheorie für die verschiedenen Gährungen eben so viele verschiedene Fermente voraus, während die molekular-physikalische Theorie die verschiedenen Gährungen durch das lebende Plasma erfolgen lässt, welches entsprechend seiner verschiedenen Organisation und Mischung, wie für die Ernährung, so auch für die Gährthätigkeit ungleiche chemische Wirkungen hervorbringt.

Durch die molecular-physikalische Gährungstheorie werden mehrere characteristische Eigenthümlichkeiten der Gährung in bester Weise erklärt. Für's Erste ist begreiflich, dass der Gährprocess nothwendig an die Zellen geknüpft ist und dass er nur in den Hefezellen oder in nächster Nähe derselben stattfinden kann. Ferner wird durch diese Theorie einleuchtend, dass bei der Gährung verschiedene Spaltungen mit einander combinirt sind, und dass diese je nach der inviduellen Verschiedenheit der Hefezellen ihr quantitatives Verhältniss ändern. Endlich ist bei dieser Vorstellung vom Gährungsprocess leicht einzusehen, dass die Gährwirkungen in ihrer grossen Mehrzahl bei jetzt nicht auf künstlichem Wege zu Stande gebracht werden konnten.

Wo hat man sich nun die Gährung vor sich gehend zu denken, in der Hefenzelle oder ausserhalb derselben? Früher hat man angenommen, der Zucker dringe in die Hefenzellen ein und verlasse dieselben als Alkohol und Kohlensäure wieder. Naegeli ist der Ansicht, dass die Vergährung zum grossen Theile ausserhalb der Hefenzellen geschehe, was natürlich nur möglich ist, wenn die Hefenzelle auf Ent-

fernungen (wenn auch sehr kleine, etwa $^1/_{50}$mm.) zu wirken vermag. Um diese Fernwirkung zu beweisen, machte Naegeli in Gemeinschaft mit O. Loew verschiedene Versuche und Berechnungen, die aber zu keinem bestimmten Resultat führten. Dagegen existiren bereits Thatsachen, die die Annahme einer Fernwirkung der Zellen erfordern. So wird eine mit Lakmus gefärbte Nährflüssigkeit durch Spaltpilze entfärbt, bei gehemmtem Luftzutritt, indem dieselben den Lakmusfarbstoff desoxydiren. Es ist nicht anzunehmen, dass der Farbstoff in die Zellen eindringe, da Farbstoffe von lebenden Zellen nicht aufgenommen werden. Wir haben also hier eine chemische Wirkung der lebenden Zellen ausser ihrer Substanz vor uns. Eine weitere Thatsache die auf Fernwirkung hinweist ist die, dass das Fleisch völlig unverletzter Früchte durch oberflächlich aufritzende Pilze in Gährung versetzt werden kann. Naegeli hat ganz unversehrte Erüchte zu seinen Versuchen ausgewählt und durch genaue mikroskopische Untersuchung der gegohrenen Früchte die Abwesenheit von Sprosshefezellen im Innern des Fruchtfleisches festgestellt, während die letztern oft in grosser Menge auf der Haut sich fanden. Man kann sich also die Gährung im Innern dieser Früchte nur durch die Annahme erklären, dass die Hefezellen, welche ausserhalb der Cuticula (des Oberhäutchens) sich befinden, zersetzend auf den Zucker in den nächst liegenden Zellen, also auf eine Entfernung von $^1/_{50}$—$^1/_{20}$mm. wirken. — Auch bei der Essigaetherbilduug ist anzunehmen, dass die Gährung ausserhalb der Zellen stattfindet. Denn bei der Essigaetherbildung müssen, wie oben gezeigt, Essigsäure und Alkohol gleichzeitig im nemlichen räumlichen Punkt entstehen. Diess ist aber nur möglich, wenn die Gährthätigkeit nicht auf den Raum der Zelle beschränkt ist, sondern auch ausserhalb vor sich geht, so dass ausserhalb der einen Pilzzelle Essigsäure, ausserhalb der andern Alkohol gebildet wird. — Endlich erfordert auch der schädliche Einfluss, den die Ernährung des einen Pilzes auf das Wachsthum anderer in der nemlichen Flüssigkeit befindlichen Pilze ausübt, die Annahme einer Fernwirkung der Pilzzellen. Naegeli schätzt den Wirkungskreis einer Hefenzelle auf mindestens $^1/_{30}$—$^1/_{50}$mm.

Naegeli beantwortet die gestellte Frage, ob die geistige Gährung innerhalb oder ausserhalb der Zellen stattfindet, folgendermassen: „Die Gährungsursache befindet sich in dem lebenden Plasma, also im Innern der Zelle, aber sie wirkt ziemlich weit (wenigstens $^1/_{50}$mm.) über die Zelle hinaus, Die Zersetzung des Zuckers erfolgt zum geringeren Theile innerhalb der Hefenzellen, zum grössern ausserhalb derselben.“

Ganz besonders wahrscheinlich wird die molekular-physikaliche Gährungs-Theorie Naegeli's dadurch gemacht, dass sich mit ihrer Hilfe die besonderen Beziehungen, welche zwischen der Ernährung der Hefenzelle und der Funktion der Gährung bestehen, auf's Befriedigenste erklären lassen, was keine der andern Theorien vermag.

Fürs Erste die Thatsache, dass der freie Sauerstoff, den sonst alle Pilze zum Leben bedürfen, bei vorhandener hinreichender Gährthätigkeit entbehrt werden kann*). Die Schimmelpilze vermögen nicht, irgend welche Gährung zu erregen, und können aber auch nicht in irgend einer Nährlösung ohne freien Sauerstoff leben. Ebenso mangelt allen Sprosspilzen, die keine Gährung hervorrufen, die Fähigkeit ohne freien Sauerstoff zu leben. Gährungserregende Sprosspilze

---

*) In der Praxis macht man die Erfahrung, dass die Gährung bei schlechter Luft im Gährkeller (Sauerstoffmangel) rascher verläuft, die Hefe dabei degenerirt.

können nur in zuckerhaltigen also vergährbaren Nährlösungen ohne freien Sauerstoff leben. Aus all dem geht zweifellos hervor, dass Gährthätigkeit die Anwesenheit von freiem Sauerstoff entbehrlich macht. Nach der Naegeli'schen Theorie erklärt sich dies sehr einfach daraus, dass durch die bei der Zersetzung des Zuckers freiwerdende Kraft die Lebensbewegungen in der Zelle unterhalten werden, was sonst bei Gegenwart von Sauerstoff, durch die bei der Oxydation freiwerdende Kraft geschieht. Die Gährprocesse sind also rücksichtlich ihrer Wirkung auf die Zelle den Oxydationsprocessen zu vergleichen. „In einer sauerstofffreien Nährlösung dient die bei der Gährung entbundene Kraft dazu, die molecularen Bewegungen im Plasma zu unterhalten, und diese molecularen Bewegungen dienen ihrerseits dazu, neue Mengen von Gährmaterial zu zerlegen. Es ist diess eine Wechselwirkung, wie sie häufig auf natürlichem oder künstlichem Wege zu Stande kommt. Das brennende Gas einer Kerze erzeugt eine hohe Temperatur, welche neue Gasbildung und Verbrennung bewirkt.

Dass die Gährthätigkeit einer Zelle befördert wird, wenn sie sich im Genuss des freien Sauerstoffs befindet, wird durch die Naegeli'sche Theorie wohl begreiflich. Die molecularen Bewegungen im Plasma der Hefezellen vermitteln einerseits die Assimilation und Ernährung, anderseits die Gährthätigkeit. Die Kraft, welche diesen molecularen Bewegungen durch die Oxydation zugeführt wird, muss daher Wachsthum und Gährung gleichzeitig begünstigen. Ist die Oxydation eine ausgiebige, so werden die Schwingungen des Plasma's beschleunigt, und dadurch die Gährvorgänge, welche ja durch jene Schwingungen bewirkt werden, befördert.

Ebensoleicht lässt sich einsehen, dass die Gährthätigkeit einer Zelle ihr eigenes Wachsthum befördert. Die bei der Gährung freiwerdende Kraft beschleunigt eben die Lebensbewegungen im Plasma der Hefenzellen, und begünstigt dadurch Wachsthum und Ernährung. „Allerdings wendet das Plasma der Hefenzelle eine geringe Kraft auf, um das Gährmaterial zu zerlegen. Allein die aus dem letzern ausgelöste Spannkraft, welche den molekularen Bewegungen im Plasma theilweise zu Gute kommt, ist vielmal beträchtlicher, und die Summe der Lebenskräfte einer Zelle wird bedeutend erhöht, wenn dieselbe Gährthätigkeit ausübt. Stofflich freilich ist die Gährung nicht vortheilhaft für den Pilz.

Am räthselhaftesten war bisher die Thatsache, dass die Gährthätigkeit eines Pilzes die Ernährung anderer benachtheiligt und das Wachsthum der übrigen Pilze, welche nicht für diese sondern für andere Gährungen organisirt sind, hemmt. Darum ist die Bierhefe fast rein von Spaltpilzen, während doch in einer neutralen zuckerhaltigen Flüssigkeit, in der eine Spur von Bierhefe ausgesät wird, später immer eine überraschende Spaltpilzvegetation auftritt? Nach Naegeli rührt diess davon her, dass in der Bierwürze die Sprosshefenpilze in sehr grosser Menge vorhanden sind und dadurch die Spaltpilze verdrängen. Die Sprosshefe versetzt die Gährflüssigkeit in eine bestimmte Gährungsbewegung; dessgleichen suchen auch die darin enthaltenen Spaltpilze eine Gährungsbewegung hervorzurufen, aber eine andere. Beide Bewegungen werden sich gegenseitig bekämpfen, und da die Hefepilze in überaus grosser Mehrzahl vorhanden sind, so werden diese das Feld behaupten und ihre Gährungsbewegung in der Flüssigkeit aufrecht erhalten. Dadurch aber werden die Lebensbewegungen im Spaltpilzplasma krankhaft verändert, und wir begreifen daher,

dass eine reiche Aussaat und Vegetation von Sprosshefe die spärlich vorhandenen Spaltpilze am Wachsthum und an der Vermehrung hindert und somit unterdrückt.

2) Essigsäuregährung.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass alkoholhaltige Flüssigkeiten, wenn sie längere Zeit dem Einfluss der Luft bei nicht zu niedriger Temperatur ausgesetzt bleiben, eine sauere Beschaffenheit annehmen und den charakteristischen Geruch und Geschmack des Essigs zeigen. Schon seit lange wird ja dieser Process technisch ausgenützt zur Gewinnung von Essig. Der chemische Process, der hiebei vor sich geht, verläuft in 2 Phasen: Zuerst geht der Alkohol durch Sauerstoffaufnahme und Wasserabspaltung in Aldehyd über, worauf der gebildete Aldehyd durch weitere Sauerstoffaufnahme zu Essigsäure wird. Man könnte nun denken, diese Oxydation würde lediglich durch den Zutritt der Luft bewirkt, gibt es doch viele Körper, die direct aus der Luft Sauerstoff aufnehmen und sich oxydiren. Indess zeigt sich bei genauem Studium, dass die Essigbildung nur bei Anwesenheit gewisser Spaltpilze (Mycoderma aceti) vor sich geht, wobei der Spaltpilzorganismus gleichsam als Sauerstoffüberträger dient. Schliesst man die Spaltpilze völlig aus, so tritt niemals Essigbildung ein. Nur eine Methode ist bekannt, durch die man den Alkohol direct durch Luft zu Essigsäure oxydiren kann ohne Anwesenheit von Spaltpilzen. Ist nemlich Alkohol mit Platinschwarz in Berührung, so oxydirt er sich zu Essigsäure, da das Platinschwarz die Eigenschaft besitzt, sehr grosse Luftmengen in sich aufzusammeln und der Alkohol also in diesem Falle unter dem Einfluss eines stark verdichteten Sauerstoffs steht.

Das vorzüglichste Product der sogenannten Essigsäuregährung ist die Essigsäure, $C_2H_4O_2$, eine Säure, welche im wasserfreien Zustand eine blätterig krystallinische Masse bildet, die bei $+17^0$ zu einer durchdringend sauer riechenden Flüssigkeit schmilzt und bei 18^0 das specifische Gewicht 1,063 besitzt. Der gewöhnliche Essig ist eine 5—15% Essigsäure enthaltende wässerige Lösung. Die Essigsäure bildet mit Alkalien und Schwermetallen Salze, mit Blei und Kupfer auch basische Salze, die in Wasser schwer löslich sind. Sie ist im freiem Zustande leicht an ihrem Geruch und Geschmack erkennbar. In Salzen lässt sie sich nachweisen, indem man dieselben mit Schwefelsäure erhitzt, wobei der charakteristische Geruch der Essigsäure auftritt. Mit Eisenchlorid gibt sie eine rothe Färbung. Essig lässt sich aus vielen alkoholischen Flüssigkeiten durch Gährung herstellen, aus Wein, Bier, Spiritus. Der durch Destillation von Holz gewonnene Essig heisst Holzessig.

Pasteur hat zuerst gezeigt, dass bei der Essigbildung aus Alkohol ein Gährungsorganismus thätig ist, nemlich Mycoderma aceti. Derselbe bildet Häute auf den gährenden Flüssigkeiten und besteht aus kleinen Zellen, die in Ketten zusammenhängen und sich wie alle Spaltpilze durch Theilung vermehren. In zu starkem Alkohol vermag sich dieser Pilz nicht zu entwickeln; der Gehalt der Flüssigkeit an Alkohol darf nicht viel über 10% betragen. Ausserdem aber muss die Flüssigkeit stickstoffhaltige und mineralische Nährstoffe enthalten, soll sich der Essigpilz gut entwickeln. Ist aller Alkohol zu Essigsäure oxydirt, so soll nach Pasteur der Process noch weiter gehen, indem die Essigsäure in Kohlensäure und Wasser verwandelt wird. Thatsächlich wird auch in der Praxis der fertige Essig gekocht, um die Pilzkeime zu tödten und den Essig vor „Schwächung“ zu bewahren. Die günstigste Temperatur für die Essiggährung

liegt zwischen 18 und 35°C. Darüber und darunter findet nur langsame Säuerung statt. Da verschiedene Mischungen von Essigsäure mit Wasser verschiedene specifische Gewichte haben, so lässt sich hiedurch der Essiggehalt einer Flüssigkeit bestimmen. Ein Essig, welcher 77,2 Volumtheile Essigsäure und 22,8 Volumtheile Wasser besitzt, hat das grösste specifische Gewicht (= 1,0735); bei grösserer Verdünnung oder stärkerer Concentration nimmt das specifische Gewicht des Essigs ab. Wasserfreier Essig ist leichter als wasserhaltiger von der obigen Concentration. Es findet also bei der Mischung von wasserfreiem Essig mit Wasser eine Zusammenziehung (Verdichtung) statt, bis die Lösung die Concentration von 77,2 Volumprocenten erhalten hat; hierauf sinkt die Dichte wieder, bis eine 50procentige Lösung dasselbe specifische Gewicht besitzt wie der wasserfreie Essig; bei weiterer Verdünnung sinkt die Dichte weiter herab.

Aus Bier erzeugt man Essig, wenn es bereits sauer geworden ist, um es nicht völlig unverwerthet zu lassen. In England indess werden eigens Würzen aus Malz und Getreide erzeugt, um sie ohne Hopfenzusatz vollständig vergähren zu lassen und dann aus diesem „Malzwein" Essig zu bereiten. Die Methoden der Weinessig- und Schnellessigfabrikation kann hier füglich übergangen werden.

3) Milchsäuregährung.

Sie findet statt wenn Gemenge von Zucker mit Eiweissstoffen (Casein) längere Zeit steht; dieser Fall ist gegeben beim Stehen der Milch, wesshalb dieselbe durch Stehen sauer wird. Der Milchsäuregährung sind ausser den verschiedenen Zuckerarten auch solche Stoffe fähig, welche keine alkoholische Gährung erleiden können, wie Sorbin, Inosit, Mannit, Dulcit. Der Process der Milchsäuregährung verläuft nicht so glatt wie es durch die Gleichung $C_6 H_{12} O_6$ (Traubenzucker) = 2 ($C_3 H_6 O_3$) (Milchsäure) ausgesagt wird, sondern es wird immer weniger Milchsäure gebildet, wofür aus einem Theil des Traubenzuckers andere Produkte, wie Alkohol, Buttersäure, Kohlensäure, Mannit entstehen. Zugleich tritt bei dieser Gährung ein noch nicht näher studierter Schleim auf, welcher aber nach Naegeli und Loew kein eigentliches Gährungsproduct ist, sondern den sehr weichen und schleimigen Membranen des Spaltpilzes entstammt. Der Spaltpilz, welcher diese Gährung veranlasst, ist dem Essigspaltpilz sehr ähnlich, und besteht auch aus kurzen rundlichen Zellen, die meist zu kurzen Ketten vereinigt sind. Werkwürdiger Weise erreicht die Milchsäuregährung bei einer Temperatur von 50° C. die sonst den Organismen tödtlich ist, ihren Höhepunkt; man muss also annehmen, dass die Milchsäurebacterien gegen hohe Temperatur sehr wenig empfindlich sind*). (Manche andere Spaltpilze, wie der Bacillus subtilis können ja sogar das Kochen ohne Schaden ertragen.) Will man also die Milchsäuregährung im Biere verhindern, so muss man die Temperatur also entweder sehr niedrig oder sehr hoch halten (letzteres beim Sudprocess). Die Milchsäure schädigt den Geschmack des Bieres und verringert die Alkoholmenge, da sie auf Kosten des vergährbaren Zuckers entsteht, ihre Bildung muss also vom Bierbrauer vermieden werden. Man kann die Milchsäure-Gährung durch Zusatz von Säure verhindern; sowie die Flüssigkeit neutral wird, bilden sich wieder Milchsäurebacterien.

---

*) Auch bei + 2° R. kann nach Erfahrungen in der Praxis Milchsäuregährung stattfinden. (Nachgährung im Lagerkeller.)

Man hat die Milchsäuregährung auch zur künstlichen Darstellung von Milchsäure benutzt. Man löst zu diesem Behufe Rohrzucker und Weinsäure in Wasser, lässt die Lösung einige Tage stehen uud fügt faulenden Käse zu, welcher in saurer Milch zerrieben ist, gibt ferner Zinkweiss hinzu und lässt 8—10 Tage bei 40—45° stehen. Hierauf wird (nach vollendeter Gährung) die ganze Masse zum Sieden erhitzt und das Filtrat zur Krystallisation eingedampft. Das abgeschiedene milchsaure Zink wird umkrystallisirt und mit Schwefelwasserstoff zersetzt. Die abfiltrirte Milchsäurelösung wird dann auf dem Wasserbade eingedampft. Die Eigenschaften der Milchsäure wie der andern bei der Milchsäuregährung entstehenden Produkte sind schon im 2. Bd. S. 90 beschrieben.

4) Buttersäuregährung.

Diese Gährung wird verursacht durch den Spaltpilz **Bacillus subtilis**, welcher sehr zarte dünne und biegsame Fäden vorstellt, die gewöhnlich aus mehreren Gliedern (Zellen) bestehen, da die bei der Zelltheilung gebildeten Theilprodukte sich nicht trennen, sondern gewöhnlich zu mehreren zusammenhängend bleiben. Der Buttersäuregährung kann sowohl der Traubenzucker als die Milchsäure unterliegen; bei ersterem geht der Zerfall nach der Gleichung: $C_6H_{12}O_6 = C_4H_8O_2 + 2CO_2 + 2H_2$, bei letzterer nach der Gleichung: $2(C_3H_6O_3) = C_4H_8O_2 + 2CO_2 + 2H_2$ vor sich, so dass also in beiden Fällen die gleichen Gährungsprodukte, nemlich Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff auftreten. Indem der entstehende Wasserstoff häufig mit dem überschüssigen Traubenzucker in Verbindung tritt, entsteht gleichzeitig gewöhnlich auch noch Mannit: $C_6H_{12}O_6 + 2H = C_6H_{14}O_6$.

Die Buttersäure ist im reinen Zustande eine dicke ranzig riechende Flüssigkeit und verleiht also dem Bier, wenn sie ihm beigemischt ist, einen unangenehmen Geschmack, ist aber auch der Gährung im hohen Grade nachtheilig. Da gleichzeitig mit Buttersäure gewöhnlich auch **Mannit** auftritt, welcher nicht vergährbar ist uud dem Bier einen süssen Geschmack verleiht, so muss die Buttersäuregährung im Bier von dem Brauer um jeden Preis vermieden werden. — Die günstigste Temperatur für die Entwicklung der Buttersäurespaltpilze liegt bei 40° C.; dieselben können aber noch viel höhere Temperaturgrade ertragen, können nach Naegeli sogar gekocht werden, ohne zu Grunde zu gehen. Ein sehr günstiger Moment für die Entwicklung des Bacillus subtilis, wie für die Spaltpilze überhaupt, ist ferner die **neutrale** Reaction der Gährflüssigkeit. **Pasteur** gibt an, dass die Buttersäurevibrionen ohne Sauerstoff leben können, ja dass der freie Sauerstoff ihnen sogar schädlich sei. Indess ist das letztere doch etwas unwahrscheinlich.

5) Schleimige Gährung.

Bei dieser ebenfalls durch Spaltpilze bewirkten Gährung wird Zucker in Mannit und Kohlensäure zerlegt; ausserdem tritt in der Gährungsflüssigkeit noch eine zähe Substanz, der „Gährungsgummi", auf, welcher jedoch nach **Naegeli** und **Loew** aus den weichen gequollenen Membranen des die Gährung bedingenden Spaltpilzes besteht. Der Schleimgährungspilz bildet sehr kleine Kügelchen, welche selten einzeln, gewöhnlich zu rosenkranzförmigen Ketten aneinandergereiht sind. Die günstigste Temperatur für

die Schleimgährung soll 30° C. sein. Diese Gährung ist vom Bierbrauer ebenfalls sorgfältig zu vermeiden, da sie dem Biere eine zähe schleimige Beschaffenheit und süssen Geschmack verleiht, und auch das Klarwerden desselben verhindert. — Das Gährungsprodukt Mannit ($C_6H_{14}O_6$) findet sich ziemlich häufig in den Pflanzen; von einheimischen Gewächsen ist hier zu nennen die Lärche *). In sehr grosser Menge findet er sich in der Manna-Esche (Frascimus Ornus), deren eingetrockneter Saft die Manna bildet, aus welcher man durch Auskochen mit Alkohol und Krystallisation das Mannit gewinnt. Er krystallisirt in feinen Nadeln oder rhombischen Prismen, löst sich in 5 Theilen kalten Wassers, leicht in kochendem Alkohol, nicht aber in Aether. Er ist optisch inactiv (dreht die Polarisationsebene nicht), schmeckt sehr süss und schmilzt bei 166° C. Lässt man die wässerige Lösung von Mannit mit Platinschwarz stehen (fein vertheiltem Platin, welches grosse Mengen Sauerstoff absorbirt), so entsteht Mannitose $C_6H_{12}O_6$, ein gährungsfähiger Zucker und Mannitsäure $C_6H_{12}O_7$. Durch Oxydation mit concentrirter Salpetersäure gibt Mannit Zuckersäure und Oxalsäure. Beim Erhitzen auf 200° C. verliert er Wasser und geht in Anhydride über.

6) Fäulniss (faulige Gährung.)

Diese Art der Gährung ist, wie schon der Name sagt, dadurch charakterisirt, dass bei ihr übelriechende gasförmige Produkte auftreten. Ihr unterliegen alle stickstoffhaltigen organischen Körper sehr leicht, vorausgesetzt dass genügend Feuchtigkeit und Wärme vorhanden sind. Die Gährungserreger sind hier wiederum Spaltpilze; ohne sie keine Fäulniss. Man könnte also fäulnissfähige Substanzen, wie Fleisch, Blut, Eier etc. auf immer vor Fäulniss bewahren, wenn man die Spaltpilze vollständig ausschlösse (durch Antiseptica etc.). In faulenden Substanzen findet man immer verschiedene Spaltpilzformen; indess soll nach Cohn der einzige bei der Fäulniss wesentlich nothwendige Spaltpilz Bacterio Fermo sein, während alle andern Formen erst in zweiter Linie hinzukommen. Die Zellen dieses Pilzes sind von länglichen Umrissen, gewöhnlich paarweise verbunden, und besitzen Membranen von beträchtlicher Dicke. Er zeigt wie alle Spaltpilze unter dem Mikroskop lebhaft zitternde und auch fortschreitende Bewegung. Die günstigste Temperatur für ihre Entwicklung liegt zwischen 30 und 25° C.; bei + 5° C. erleiden sie die Kältestarre, bei + 40° C. die Wärmestarre 60° C. wirkt tödtlich auf sie (wie gewöhnlich auf Pflanzenzellen). Die Produkte der Fäulniss sind sehr zahlreiche, so Leucin Tyrosin, welche beide auch aus Eiweisskörpern beim Kochen mit Säuren erhalten werden; ferner flüchtige Fettsäuren, wie Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Capronsäure; dann Ammoniak, Aethylamin, Propylamin, Amylamin, welche stark basische Charakter besitzen; ferner Kohlensäure, Schwefelwasserstoff (ein stinkendes Gas), Wasserstoff und Stickstoff.

Der Mittel zur Verhinderung der Fäulniss gibt es ziemlich zahlreiche; sie gehen alle darauf hinaus, dass sie tödtlich auf den Spaltpilzorganismus wirken. Man kann das letztere erreichen durch Kochen der betreffenden zu konservirenden Substanzen (vor weiterem Zutritt von Spaltpilzen werden diese geschützt durch Aufbewahren in luftdicht geschlossenen Gefässen), ferner durch Zusatz von antiseptischen Mitteln, wie

---

*) Kühlschiffe aus Lärchenholz lieferten uns stark mannithaltige Würze, die wenig vergohren. (Siehe Michel, Verh. d. intern. Brauerver. Wien 1873.)

Salicylsäure, Kochsalz, Carbolsäure, Kreosot (Räuchern), Weingeist etc. Auch durch Austrocknen kann natürlich die Fäulniss verhindert werden, da ja jeder Pilz (wie jede Pflanzenzelle überhaupt) zum Gedeihen der Feuchtigkeit bedarf. Bei manchen längst bekannten Verfahren zur Conservirung von Fleisch werden genannte Methoden der Fäulnissverhinderung praktisch angewendet. Das Einsalzen des Fleisches verhindert die Entwicklung der Spaltpilze, indem starke Kochzalzlösung diese Organismen tödtet; das Räuchern des Fleisches wirkt zugleich austrocknend und giftig (letzeres durch die im Rauch enthaltenen Kreosotdämpfe.)

Praktischer Theil

mit theoretischen Erläuterungen.

Derselbe umfasst folgende Abtheilungen:

1. Die Auswahl und Vorbereitung der Rohstoffe.
2. Das Sortiren und Mälzen des Getreides.
3. Das Schroten des Malzes.
4. Die Durchführung des Brauprocesses.
5. Das Kühlen der Würze.
6. Die Führung der Gährung.
7. Die Pflege des Bieres auf Lager.
8. Die Conservirung des Bieres für den Consum.
9. Die Pathologie des Bieres.

Auswahl der Rohstoffe.

Bei der Auswahl der Rohstoffe soll man hauptsächlich darauf bedacht sein, nur die beste Qualität des erforderlichen Materials einzukaufen. Dies gilt besonders wegen der Reinheit des Geruches und Geschmackes der Gerste und des Hopfens was nachstehend bei der Beurtheilung der einzelnen Rohmaterialien näher begründet ist.

Von der Zeit des Einkaufes.

Gerste, Holz, Pech kann in billigen Jahrgängen in Vorrath eingekauft werden. Steinkohlen und Hopfen sollen nur in solchen Quantitäten bezogen werden, dass dieselben für die Wintermonate ausreichen. Ganz besonders gilt diese Regel vom Hopfen weil der Preis desselben nicht nur bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, sondern auch desshalb, weil derselbe durch das Lager an Gewicht und Qualität verliert.

Die kleinsten Partieen kauft man während oder kurz nach der Ernte, grössere Einkäufe macht man im November oder December, während man den Rest nach Bedarf vom December bis Ende April nachkauft.

Steinkohlen sollen durch längeres Lagern an der Luft an ihrem Heizwerth verlieren.

Man hält desshalb kein grösseres Lager davon, doch ist es vortheilhaft die Lieferungs-Abschlüsse schon im September zu machen, während die Lieferung periodisch nach Bedarf geschieht.

Bedient man sich als Feuerungsmaterial des Holzes, so geschieht der Einkauf am besten als Grünholz im Forst. Es wird dann während des Frühjahrs aus dem Forst geholt und an einem sonnigem Platz aufgeschichtet, so dass es vom September an, als

gut getrocknetes Brennmaterial verwendet wird. Hartes Holz bedarf gewöhnlich einer längeren Lagerzeit wie weiches.

Der Einkauf der Gerste kann meistens am billigsten gleich nach der Ernte gemacht werden. Bedeutenden Gerstenbau findet man in Böhmen, Mähren, Ungarn und Bayern. Der Werth der Gerste kann jedoch nicht immer nach dem Land und Boden, wo sie gewachsen ist, geschätzt werden, sondern nach deren Gewicht und Zusammensetzung. Eingehenderes ist im II. Band dieses Lehrbuches S. 83, 142 bis 168 aufgeführt.

Der Einkauf der Gerste geschieht fast allgemein nach dem Gewichte. Als Anhaltspunkt für den Werth der Gerste sei kurz erwähnt, dass das Gewicht eines Hektoliters nicht unter 126 Pfund zurückgehen soll. Geschieht der Einkauf der Gerste nach dem Gewichte, so ist es nicht immer vortheilhaft, die schwerste Gerste zu wählen. Gerste mit einem Gewicht von 130 Pfund per Hektoliter liefert oft ein Malz mit höherem Extraktgehalt, wie Malz aus Gerste von schwererem Hektoliter - Gewicht. Kauft man dagegen die Gerste dem Maasse nach, so ist die schwerste die vortheilhafteste. Zur schnellen und bequemen Bestimmung des Gewichtes eines Hektoliters Gerste bedient man sich sehr zweckmässig einer kleinen Waage, die statt der einen Waagschale ein cylindrisches aus Messing oder Weissblech gefertigtes, zur Aufnahme der zu bestimmenden Gerste dienendes Gefäss trägt, während die andere Schale zum Auflegen der Gewichte bestimmt ist (II. Band S. 219).

Beim Einkauf der Gerste hat man ferner noch zu prüfen, ob die Gerste einen frischen, gesunden, natürlichen Geruch besitzt und nicht ausgewachsen ist. Gerste, welche längere Zeit im Regen lag, ist missfarbig und hat einen dumpfen, moderigen Geruch. Ob die Gerste ausgewachsen ist, erkennt man am sichersten, wenn man eine Anzahl Körner in ein mit Wasser gefülltes Glas wirft; die schon gekeimten Körner werden dann schwimmen. Missfarbige Gerste erhält durch Schwefeln ein besseres Aussehen und sind Fälle bekannt, dass gewissenlose Händler dieses Mittel angewendet haben, um den Käufer zu täuschen.

Eine weitere Beurtheilung des Werthes der Gerste nach den äusseren Merkmalen hat Dr. W. Schultze publizirt.*)

Ob eine angebotene Gerste für die Darstellung des Bieres tauglich sei, oder nicht, erschliesst der Brauer traditionell rein aus den äusseren Merkmalen derselben.

Diese als Indices benützten äusseren Merkmale sind:

a) Die Grösse und Dicke oder das Gewicht der Körner.
b) Das Hektolitergewicht.
c) Die Beschaffenheit der Mehlkörper.
d) Ob die Hülse der Körner gerunzelt oder glatt sei.
e) Ob Auswuchs vorhanden.
f) Der Geruch.
g) Die Farbe.
h) Ob halbe Körner vorhanden seien oder nicht.
i) Die Verunreinigungen.

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen 1881 Nr. 1 S. 2.

Schultze hat nun zu ermitteln gesucht:

a. welche Schlüsse man im Handel aus diesen äusseren Merkmalen der Gerste zieht und

b. wie weit diese Schlüsse zu- oder eintreffen.

Ueber das Korngewicht der Gerste.

Braugersten, welche man im Handel als gross- oder dickkörnig bezeichnet, haben nach Schultze's Erhebungen ein mittleres Korngewicht von ca. 42—47 mgr. Braugersten dagegen welche im Handel klein oder geringkörnig genannt werden, zeigen ein Durchschnittliches Korngewicht von ca. 30—38 mgr.

Es gibt ausserdem noch Gersten, deren mittleres Korngewicht noch weniger als 30 mgr. beträgt; diese Gersten indessen gehören nicht mehr zu den Brau-, sondern zu den Futtergersten und bleiben desshalb von der Betrachtung ausgeschlossen.

Aus der Grösse und Dicke oder aus der Schwere der Gerstenkörner schliesst man im Handel auf die Menge der nutzbaren Substanz in der Gerste; man nimmt an, dass 100 kgr. Gerste in Gestalt grosser, dicker, schwerer Körner mehr nutzbare Substanzen enthalten, als 100 kgr. Gerste in Gestalt kleiner, weniger schwerer Körner. Daher zahlt man für erstere in der Regel einen höheren Preis als für letztere.

Als nutzbare Substanz in der Gerste werden von den heutigen Brautechnikern angesehen:

a. Die Trockensubstanz und in dieser
b. der Stärkewerth (Stärkemehl und Dextrin)
c. das Protein
d. das Kali
e. die Magnesia und
f. die Phosphorsäure.

Schultze hat nun bei 29 verschiedenen Gersten das durchschnittliche Korngewicht jeder einzelnen mit ihrem Gehalt an Trockensubstanz und an den obengenannten Trockensubstanzbestandtheilen verglichen. Auf Grund dieser Vergleichung gelangte Schultze aber zu dem Resultate:

Das Korngewicht erlaubt keinen Schluss:

1. auf den Trockensubstanzgehalt der Gerste,
2. auf den Stärkewerth der Gerstentrockensubstanz,
3. auf den Proteingehalt der Gerstentrockensubstanz,
4. auf den Kaligehalt der Gerstentrockensubstanz,
5. auf den Phosphorsäuregehalt der Gerstentrockensubstanz,
6. zwischen dem Korngewicht der Gerste und ihrem Magnesiagehalt besteht ebenfalls kein Zusammenhang.

Eine sichere Werthschätzung der Gerste ist jedoch durchaus keine so leichte Sache, wie man allgemein annimmt, zumal wenn man sich bei der Beurtheilung der Gerste nach den äusseren Merkmalen als: Gleichmässigkeit der Farbe und gleiche Grösse der Körner, Beschaffenheit des Mehlkörpers, Untersuchung auf halbe und verletzte Körner und Schwemmlinge, richtet, ohne näher auf eine Untersuchung einzugehen, wie solche Dr. W. Schultze vorgeschlagen hat. Macht man solche Sortirungen, so

findet man in der That, dass oft die vermeintlich egalste, d. h. in Farbe und Grösse der Körner gleichmässigste Gerste, Körner der verschiedensten Beschaffenheit aufweist.

Als Beispiel möge die Untersuchung mährischer Gerste mit einem Gewicht von 133 Pfund per Hektoliter, welche bei der sonst üblichen Beurtheilung sich gleichmässig in Farbe und Korn zeigte, dienen.

Absolutes Gewicht.

1. Wägung.

Versuch I.	Erste Wägung	5 Gramm	= 133 Gerstenkörner		Die Durchschnittszahl bei 6 Wägungen erreichte für 5 Gramm 130,5 Körner.
	zweite	5 „	= 130	„	
	dritte	5 „	= 131	„	
	vierte	5 „	= 131	„	
	fünfte	5 „	= 129	„	
	sechste	5 „	= 129	„	

2. Wägung.

Es wurden 4 Proben von je 1000 Körnern abgezählt und folgende Gewichte erhalten:

1. Wägung	= 38,5 Gramm	als Durchschnittsgewicht erhielt man aus 4 Proben à 1000 Körner = 38,5 Gramm
2. „	= 39,0 „	
3. „	= 38,0 „	
4. „	= 28,5 „	

Absolutes Gewicht eines Hektoliters.

Es wurden 37 Hektol. von dieser Gerste gewogen, und ein Durchschnittsgewicht von 133 Pfund per Hektol. gefunden.

Beschaffenheit des Mehlkörpers.

Es wurden 15 Proben zu je 100 Körnern entzweigeschnitten und als Durchschnittszahl 30,8 mürbe, 50,87 halbmürbe, 18,87 speckige Körner gefunden. Nach Schulze lässt die innere Beschaffenheit des Gerstenkornes keinen Schluss zu auf den Gehalt der Gerste an Stärkemehl und rührt das speckige Aussehen des Mehlkörpers nicht von einem grösseren Gehalt an Eiweisstoff her, sondern es ist die speckige Beschaffenheit nach Holzner von der Grösse, resp. von der kleineren Form der Stärkemehlkörner abhängig. Je kleiner dieselben sind, desto speckiger zeigt sich das Innere des Mehlkörpers. Eine allgemeine Erfahrung ist es, dass die mürben Körner sich am schnellsten auflösen, die halbmürben einige Tage mehr Zeit erfordern, während die ganz speckigen sich nur theilweise oder gar nicht auflösen. Der Geruch der Gerste war ein guter.

Beschaffenheit und Farbe der Hülse.

Bei 14 Proben wurde eine Durchschnittszahl von 49,2% gelben, 45,5% weisslichen und 5,3% schwarzen und braunen Körnern gefunden. Bei 14 Proben wurden 15% nicht vollständig ausgebildete Körner erhalten.

Bevorzugt wird das Korn mit dünner Hülse und weisser Farbe, weniger liebt man eine Gerste mit dicker Hülse von gelber Farbe. Allgemein will man die Erfahrung gemacht haben, dass die weisse Gerste besser wächst, die gelbe dagegen mehliger sei als die weisse.

In Bezug auf Keimfähigkeit kann man keinen Unterschied constatiren, ebensowenig lässt sich sagen, dass die gelbe Gerste mehliger sei, wie die von weisser Farbe, mit Ausnahme der in manchen Jahrgängen langen weissen ungarischen Gerste. Ein vollkommen reifes Gerstenkorn, gleichviel ob dasselbe weisser oder gelber Farbe ist, kann bald aus vorwiegend mürbem, bald aus speckigem Inhalt bestehen. Dünnhülsige mürbe Gerste mit weisser Farbe und vollem Korn eignet sich für blasses Bier, und solche mit gleicher Beschaffenheit und gelber Farbe für Biere, bei welchen die Farbe nicht besonders in Betracht kommt.

Untersuchung auf halbe Körner.

Es wurden 15 Proben mit je 100 Körner abgezählt und konnten halbe Körner nicht aufgefunden werden.

Schwimmprobe.

Es wurden 100 Körner in ein zur Hälfte mit Wasser gefülltes Becherglas gebracht und schwammen:

bei	der	1.	Probe	0	Körner
„	„	2.	„	1	„
„	„	3.	„	3	„
„	„	4.	„	2	„
„	„	5.	„	7	„
„	„	6.	„	3	„
„	„	7.	„	8	„
„	„	8.	„	4	„
„	„	9.	„	5	„
„	„	10.	„	4	„
			Summa	35	Körner

also durchschnittlich 3,5%. Beim Einquellen der 37 hl. wurden 28 Liter Schwemmlinge erhalten, mit einem Nettogewicht von 20 Pfd. sohin per Centner 0,41 Pfd.

Unter den 35 Körnern befanden sich unter der Loupe betrachtet, ein vom Kornwurm angefressenes, 4 beschädigte, 3 ausgewachsene und 4 Haberkörner, die übrigen bestanden aus tauben und unvollständig ausgebildeten Körnern.

Ueber den Geruch der Gerste.

Der Geruch der Gerste kann zweierlei Art sein. Die Gerste ist entweder in Folge Lagerung an feuchten Orten schimmelig geworden und hat dann einen dumpfen Geruch — eine solche Gerste besitzt stets eine mangelhafte Keimfähigkeit und ist desshalb zur Malzbereitung nicht geeignet, — oder dieselbe hat in geschnittenem Zustande auf dem Felde durch Regenwetter den natürlichen Geruch verloren, ohne ausgesprochen dumpf zu riechen. Solche Gerste, wenn sie nicht durch anhaltendes Regenwetter ausgewachsen ist, besitzt meist volle Keimfähigkeit und verliert durch öfteres Wechseln

des Weichwassers den anhängenden Geruch, liefert bei sorgfältiger Mälzung ein für Jungbier gut verwendbares Malz und wird die Gerste nur durch den grösseren Wassergehalt minderwerthig.

Verunreinigungen.

Halbe Körner geben Veranlassung zur Fäulniss und Schimmelbildung, während andere Verunreinigungen, als: Erbsen, Wicken, Haferkörner, Samen, Schoten- und Stengeltheile von Unkräutern etc. etc. oft bis zu 3% betragen und die Gerste geringwerthiger machen.

Eine andere Methode zur Werthbestimmung der Gerste besteht darin, dass man Vergleiche anstellt, wie viel Pfund Malz man aus 100 Pfund Gerste von verschiedenem Hektoliter-Gewicht erhält und wie viel Extrakt 100 Pfund dieses Malzes liefern. Die an der Münchener Brauerschule durchgeführten Versuche führten zu folgendem Resultate:

Versuche:	Gerste-Gewicht per Hektoliter	Malz: Liter aus 1 hl. Gerste	Malz: Pfund aus 1 Ctr. Gerste	Extraktgehalt in 100 Pfd. Malz aus dieser Gerste
Versuch I	116 Pfund	92,5	72,32	58,19%
„ II	126 „	nicht ermittelt		74,87 „
„ III	128 „	„	„	68,68 „
„ IV	130 „	„	„	71,41 „
„ V	130 „	100,5	78	69,99 „
„ VI	133 „	103,8	72,57	66,75 „
„ VII	133 „	104,7	73,04	67,2 „
„ VIII	134 „	101	77	72,22 „
„ IX	136 „	102,5	78	72,93 „

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Extraktausbeute in Bezug auf Malz nur dann wesentliche Differenzen ergibt, wenn ganz geringe Waare angekauft wird oder wenn durch ungeeignete Mälzung die Auflösung des Malzes eine unvollkommene wird, was bei Versuch VI und VII der Fall war; die Gerste war überweicht und hatte sich Blatt- und Wurzelkeim zu rasch entwickelt, ohne dass die Auflösung genügend erfolgen konnte. Es bewahrheitet sich somit der Satz, dass auch leichtere Gerste bei richtiger Behandlung ein Malz mit hohem Extraktgehalt liefern kann, was durch die Untersuchungen von Dr. Schultze gleichfalls bestätigt wird.

Eine weitere Methode ist die directe Bestimmung des Extraktgehaltes der Gerste und wurde schon im Jahre 1862 von Habich vorgeschlagen. Sie besteht darin, dass man gleiche Gewichtstheile Malzschrot mit gleichen Gewichtstheilen Gerstenschrot zusammenmaischt.

Ueber die Methode der Extraktbestimmungen für Gerste und Malz siehe Band II. Untersuchung der Rohmaterialien, desgleichen über die Bestimmungen der Stärke, des spezifischen Gewichtes des Wassers, der Asche u. s. w.

Auswahl und Werthbestimmung des Hopfens.

Nachdem bereits im Band II dieses Werkes, S. 113 bis 141 die Geschichte des Hopfens, die botanische Beschreibung, die chemischen Bestandtheile, der Einfluss des Schwefelns u. s. w. beschrieben ist, werden hier die äusseren Merkmale näher angegeben, welche den Werth des Hopfens als Brauwaare bedingen und welche Umstände beim Einkauf besonders zu berücksichtigen sind.

Der Einkauf des Hopfens ist eine viel schwierigere Sache, als der Einkauf der Gerste und der übrigen Materialien.

Der Hopfen ist eine Handelswaare ganz eigenthümlicher Art, kein Handelsartikel ist mehr zur Speculation geeignet, als der Hopfen. So sehr es im Vortheile liegt, den Hopfen ohne Zwischenhandel direct selbst einzukaufen, so kann doch nicht genug Vorsicht empfohlen werden, da besonders verschiedene Umstände vorliegen, welche geeignet sind den Käufer zu übervortheilen. Wird der Hopfen aus zweiter Hand bezogen, so ist dieser Einkauf lediglich Vertrauenssache.

Zur Befestigung des Vertrauens und zur Sicherung des Werthes der Waare ist seit vielen Jahren das Einsiegeln des Hopfens eingeführt.

Die Siegelung wird gewöhnlich von dem Wagmeister des Ortes vorgenommen, in dessen Flur der Hopfen gewachsen ist und wo er eingesackt wird. Den Werth des Hopfens nach dem Siegel allein zu bestimmen, ist nicht zu empfehlen, da in manchen Jahrgängen öfters Nebenplätze besseres Gewächs besitzen, wie die Hauptorte (Spalt Stadt und Spalter Landgut, Saaz Stadt nnd Saazer Landgut); ferner ist noch zu berücksichtigen, dass sich die Waare auf dem Boden vor dem Einsacken ganz anders repräsentirt, als wenn schon eingesackte Waare zur Begutachtung vorgelegt wird.

Wer den Hopfen nur als Handelswaare im gepressten und im geschwefelten Zustande kennt, dem wird es schwer werden, den auf dem Boden aufgeschütteten Hopfen gleich richtig beurtheilen zu können. Der nachgetrocknete, geschwefelte und gepresste Hopfen zeigt sich vortheilhafter wie die ungeschminkte Waare auf dem Speicher des Produzenten.

Kauft man den Hopfen direct, so thut man gut, sich einen redlichen gewandten Einkäufer zu engagiren, damit man vor Selbsttäuschung und Uebervortheilung möglichst geschützt wird.

Manche rühmen sich, ohne Siegel und ohne Bezeichnung der Hopfensorten nach Form der Dolden, Farbe und Aroma schliessen zu können, ob der Hopfen Spalter Stadt- oder Spalter-Landgut, Saazer Stadt- oder Saazer-Landgut sei. Obwohl es einige Anhaltspunkte gibt, welche eine solche Beurtheilung unterstützen, so ist es doch eine gewagte Sache, den Hopfen nach dieser Richtung classifiziren zu wollen.

Man nimmt an, dass der böhmische Hopfen sich beim Hineingreifen in den Sack milder und trockener zeigt als der bayerische Hopfen, ferner, dass der böhmische Hopfen das Mehl besser zurückhält wie der bayerische Hopfen, der sich etwas rauher anfühlt und leichter erwärmt wie der böhmische; man glaubt ferner annehmen zu können, dass einige untergeordnete Württemberger und badische Hopfen das Hopfenmehl

weniger gut zurückhalten wie bayrischer Hopfen, so dass es leicht ausfällt. Dass der Geruch des Hopfens, sowie die Form und Farbe der Dolde verschieden sein kann, ist ebenfalls bekannt. Da jedoch je nach Witterungsverhältnissen der Jahrgänge diese Merkmale und Eigenschaften der verschiedenen Hopfensorten wechseln, und der Hopfenbau und die Kultur grosse Fortschritte gemacht haben, so ist es sicherer und vortheilhafter, den Hopfen nicht nach dem Ort seines Anbaues oder nach der Siegelung zu beurtheilen, sondern man muss diejenigen Merkmale hervorsuchen, welche den Hopfen zu einer vorzüglichen, zu einer guten oder zu einer geringen Waare classifiziren.

Vor Allem hat man darauf zu sehen, dass der Hopfen genügend getrocknet und dass er nicht geschwefelt ist. Obgleich im Allgemeinen das Schwefeln des Hopfens zu empfehlen ist, so muss doch beim Einkauf darauf Rücksicht genommen werden, weil geschwefelter Hopfen stets ein besseres Ansehen hat, als ungeschwefelter von gleicher Qualität. Das Aussehen der Dolden darf nicht matt, sondern muss glänzend, die Farbe soll grünlich-gelb, doch können die Ränder der Blätter auch braun oder röthlich gefärbt sein. Die Dolden sollen eine Länge von 20—25 mm. nicht überschreiten (je grösser die Dolden, desto ordinärer der Hopfen). Die Blätter sollen dachziegelartig aufeinandergelegt sein, feines Gerippe besitzen und die Dolden feine Spindel zeigen. Der Geruch des Hopfens muss ein gewürzhafter, aromatischer sein, welcher um so mehr hervortritt, wenn man den Hopfen zerreibt, wobei er sich ölig und klebrig anfühlen soll. Man thut gut, den Hopfen, bevor man die Dolde zerreibt, auf den Geruch zu prüfen. Ist er geschwefelt, so entwickelt er einen stechenden Geruch nach schwefeliger Säure; hat der Hopfen durch das Lagern gelitten, so kann man den dumpfen, schimmeligen Geruch leichter wahrnehmen, als wenn erst durch Zerreiben das Oel frei macht, wodurch dann der dumpfe moderige Geruch des angeschimmelten Hopfens verdeckt wird.

Das Hopfenmehl muss reichlich vorhanden sein, und sollen sich keine Bällchen vorfinden.

Hopfen, welcher Farbe, Aroma und Glanz verloren hat, welche Beschaffenheit der Hopfen durch Erwärmen auf dem Haufen oder in den Säcken annimmt, wird mit „bodenroth“ bezeichnet. Ein in solchem Zustande befindlicher Hopfen verleiht dem Bier einen schlechten Geschmack und hat nicht selten die klärende Eigenschaft eingebüsst.

Leider gehört es nicht zu den Seltenheiten, dass der auf dem Haufen oder in den Säcken warm gewordene Hopfen nachgedarrt und dann geschwefelt wird. Da bei einer frühzeitig entdeckten Erwärmung des Hopfens das Mehl noch keine erkennbare Veränderung erfahren hat, so ist man bei der Beurtheilung lediglich auf den Geruch angewiesen.

Ist alter, gut conservirter Hopfen mit neuem vermischt so ist das Auffinden der alten Dolden eine sehr schwierige Sache und häufig macht man die Wahrnehmung, dass man überreife oder nicht gereifte sogen. „stangenrothe“ Dolden für alten Hopfen hält. Ein Unterschied zwischen dem stangenrothen und alten conservirten Hopfen wäre nur darin zu suchen, dass der nicht gereifte stangenrothe meist aus aussergewöhnlich kleinen Dolden besteht und nur sehr wenig Mehl enthält. Alter Hopfen,

der nicht präparirt (geschwefelt gepresst) oder der erst dieser Procedur unterzogen wurde, nachdem er schon Schaden gelitten hatte, lässt sich freilich leicht erkennen, er fühlt sich strohig, trocken an und hat Geruch und Glanz verloren, er klebt nicht mehr und hält die Blätter nur lose zusammen, Eigenschaften, die übrigens auch neuer Hopfen annimmt, wenn derselbe künstlich getrocknet einer zu hohen Temperatur ausgesetzt wird.

Ein weiteres Verfahren zur Beurtheilung des Hopfens ist die Methode von Haberlandt. Haberlandt hat bei der Untersuchung des Hopfens den Gehalt an Hopfenmehl, Deckblättern, Spindeln und Stengeln, sowie reifen Früchten bestimmt.

Der Apparat zur Ausführung einer solchen Untersuchung besteht in einer feineren Waage, einem feinen Sieb mit 25—30 Fäden auf einen Centimeter und in einem grossen weichen Haarpinsel. Man geht nach Verfassers eigenen Worten auf folgende Weise zu Werke: Der zu untersuchenden Hopfenprobe entnimmt man an verschiedenen Stellen zur Erlangung eines genaueren Durchschnittes etwa 100 Dolden im Gewichte von 10—20 Gramm, bestimmt deren Gewicht, worauf dieselben partieenweise zu 10 oder 15 Stück über dem Siebe zerzupft werden. Diese Arbeit darf nicht mit den Fingern geschehen, da an ihren Spitzen zu viel Lupulinkörner haften bleiben und verschmiert werden, vielmehr muss man sich dabei zweier feiner Pincetten bedienen und wohl beachten, dass sämmtliche Deckschuppen nicht büschelweise, sondern ververeinzelt ins Sieb fallen. Die Doldenspindeln wie die Stiele werden in einem Glasschälchen gesammelt, die abgezupften Deckblätter aber im Siebe mit dem weichen Haarpinsel durch eine bestimmte Zeitdauer (5 oder 10 Minuten) abgescheuert und gebürstet, wobei die Lupulinkörner durchs Sieb auf die Unterlage, ein schwarzes Glanzpapier, herabfallen und schliesslich leicht zusammengekehrt werden können. Diese Operation wiederholt sich für jede Fraktion der zu untersuchenden Probe, worauf auch noch von den Spindeln das anhaftende Hopfenmehl im Siebe mit dem Pinsel abgestreift wird. Gesondert wird nun bestimmt: das Gewicht des gesammten gewonnenen Hopfenmehls, sämmtlicher Deckblätter, der von ihrem Grunde abgelösten zur Entwicklung und Reife gelangten Früchte, sowie der Spindeln und Stiele. Ihr Gesammtgewicht ergibt bis auf einen kleinen Abgang, der zum Gewichte der Deckblätter hinzuaddirt werden kann, das ursprüngliche Gewicht der zu untersuchenden Durchschnittsprobe und kann nun die Berechnung des procentischen Gewichtsantheils der einzelnen Theile der Hopfendolden vorgenommen werden.

In nachstehender Tabelle sind die Ergebnisse einiger nach dieser Methode vorgenommenen Untersuchungen zusammengestellt; die zur Untersuchung verwendeten Proben sind Haberlandt durch das renommirte Hopfengeschäft der Herren Russ u. Comp. in Prag und zwar von der 1875er Ernte, zugekommen:

Bezeichnung der Hopfenproben.	Hopfenmehl	Deckblätter	Spindeln und Stengel	Reife Früchte
	Gewichtsantheil in Procenten			
1. Saazer Stadthopfen	15.70	75.70	8.50	0.10
2. Saazer Bezirkshopfen . . . , ...	12.40	69.79	17.54	0.27
3. Saazer Kreishopfen	10.17	75.06	14.20	0.57
4. Auschaer Rothhopfen . . , ...	9.135	77.53	13.06	0.275
5. Auschaer Grünhopfen	10.09	76.08	13.10	0.73
6. Steiermärkische Hopfen	8.33	78.36	12.86	0.45
7, Oberösterr. Hopfen (Neufelden)	9.75	74.37	10.88	5.00
8. Badenser Hopfen aus Schwetzingen . . .	10.33	76.10	13.24	0.33
9. Posener Hopfen N. a.	11.70	69.90	10.60	7.80
10. Posener Hopfen N. b. . . . , ...	11.52	73.12	15.13	0.23
11. Elsässer Hopfen N. a.	7.92	75.05	17.01	0.02
12. Elsässer Hopfen N. b.	8.45	74.35	16.95	0.25

Klassifizirt man vorstehende Hopfensorten nach ihrem Gehalte an Lupulinkörnern, so steht allen übrigen der Saazer Stadthopfen voran; ihm steht am nächsten der Saazer Bezirkshopfen, dann schliesst sich der Hopfen aus Posen, aus dem Saazer Kreise, aus Auscha und Oberösterreich an; in letzter Linie kommt die Probe aus Steiermark und dem Elsass. Damit ist selbstverständlich nur die Werthsordnung für die vorliegenden Proben genannt, denn in Wirklichkeit kann es wohl auch vorkommen, dass vielleicht andere Preben aus dem Elsass und Steiermark zu den besten zählen; indessen ist die Beweisführung für diese Ansicht erst weiteren vergleichenden Untersuchungen vorbehalten. Die Spindeln, Stengel und Deckschuppen betragen beim Saazer Stadthopfen bei 84% des Gewichtes der Dolden; es verdient dabei hervorgehoben zu werden, dass bei allen vorstehenden Hopfenproben, welche den geringsten Gehalt an Lupulinkörnern aufweisen, der Gewichtsantheil für Deckschuppen, Stengel und Spindeln bis 90% und darüber steigt."

Ueber die Untersuchung des Hopfens auf die chemischen Bestandtheile und ob der Hopfen geschwefelt ist, siehe Band II: Untersuchung der Rohmaterialien.

Aufbewahrung der Rohstoffe.

Die Gerste.

Die Gerste muss in trockenen luftigen Räumen gelagert werden und darf man sie nicht direkt an das Mauerwerk legen, auch soll sie nicht über 1½ m. hoch aufgespeichert werden (Siehe Band I S. 63).

Der Hopfen.

Der Hopfen muss bevor er eingesackt wird, genügend getrocknet sein. Das Trocknen des Hopfens an der Luft in schattigen Räumen ist dem künstlichen Trocknen vorzuziehen. Letzteres geschieht nur dann, wenn ungünstige Witterungsverhältnisse das Trocknen an der Luft unmöglich machen und wenn Hopfen geschwefelt wird. Es dienen hiezu eigens construirte Darranlagen oder Malzdarren.

Beim künstlichen Trocknen darf die Temperatur nur auf 20° R. gesteigert werden.

Für 1 Centner Hopfen werden bis zu 2 Pfund arsenikfreier Schwefel verwendet.

Hopfen, der nicht genügend getrocknet ist, erwärmt sich leichter. Um sich zu überzeugen, ob sich der Hopfen nicht erwärmt hat, müssen die Hopfenballen gleich nach Empfang geöffnet werden. Erweist sich der Hopfen ungenügend getrocknet oder ist er schon etwas warm geworden, so muss er gleich ausgeleert und in dünnen Lagen aufgespeichert werden. Die Lagerräume sollen möglichst kühl und müssen trocken und dunkel sein.

Diejenigen Hopfenquantitäten, welche nicht geschwefelt sind und bis Ende März sicher verbraut werden, soll man überhaupt gleich nach Empfang aus den Säcken nehmen.

Die Hopfen werden genau untersucht, und diejenigen, welche gut und brauchbar sind, mit einander vermischt und in lockeren Haufen aufgeschüttet.

Das Mischen des Hopfens ist sehr zu empfehlen und ist in mehreren Branereien eingeführt.

Will man den Hopfen längere Zeit in Säcken aufbewahren, so muss man die Ballen entweder aufschneiden. oder man spiesst dieselben an. Letzteres geschieht, indem man in die Säcke an mehreren Stellen aus Fichtenholz geschnitzte oder Eisendraht-Stäbchen einführt, welche man von Zeit zu Zeit herauszieht, um durch Anfühlen zu controliren, ob der Hopfen nicht warm wird. Wird der Hopfen auf diese Weise aufbewahrt, so erwächst dem Bierbrauer viele Mühe, Sorge und Arbeit.

Wenn auch der Hopfen noch so gut getrocknet ist, so wird derselbe jedesmal vom Witterungswechsel beeinflusst, besonders dann, wenn der Hopfen in ungeeigneten Räumen lagert, deren Nachtheile schon in Band I S. 64 erwähnt sind. Nur fleissiges Nachsehen in obenbesprochener Weise kann vor Schaden bewahren und sind wegen der leichten Zersetzbarkeit des Hopfens bessere Aufbewahrungsmethoden, als die erwähnte anzuwenden.

Unter solchen Conservirungsmitteln ist das älteste das Schwefeln des Hopfens. Ueber den Einfluss des Schwefelns siehe Bd. II S. 132.

Der gut getrocknete und geschwefelte Hopfen wird in Leinwandsäcke eingepresst, diese Hopfenballen werden dann zum weiteren Schutz in mit Blech ausgeschlagene Holzkisten verpackt.

Eine andere Art der Verpackung besteht darin, dass man die in Leinwand eingepressten Hopfen in Metallbüchsen einschliesst.

Andere Conservirungsmethoden wurden von Breithaupt in Hagenau in Elsass und von Braumeister Pohl vorgeschlagen, siehe hierüber Bd. II S. 132.

Zur Conservirung für Ballen-Hopfen empfiehlt Jericka einen 2—3fachen Anstrich der Hopfenballen mit Fassglasur oder noch besser mit einer eigens zu diesem Behufe von der Firma C. Permaneder in Mannheim fabricirten Glasur. Solche Anstriche

bilden eine luftdichte Decke an der Oberfläche der Hopfenballen, wodurch der Luftzutritt verwehrt und die Bildung der Baldriansäure hemmend beeinflusst wird.*)

Eine andere Methode besteht darin, dass man mit Beginn der wärmeren Jahreszeit die noch nicht in Angriff genommenen Ballen, falls sie geöffnet waren, wieder zunäht, dann auf eine ca. 20 cm. hohe Schichte Malz oder Malzkeime legt und mit dem gleichen Material vollständig überdeckt, wodurch ebenfalls die Luft und die Feuchtigkeit abgehalten wird.

---

*) „Aus der Praxis" v. Adolf Gustav Jericka Braumeister in Interlaken. II. Heft S. 70.

Malzbereitung.

Die Malzbereitung oder das Mälzen des Getreides besteht aus 3 Hauptoperationen.

1. Aus dem Einquellen des Getreides, welchem das Reinigen und Sortiren desselben vorauszugehen hat,
2. dem Keimen oder Wachsen,
3. dem Darren des gekeimten Getreides.

Zur Ausführung dieser Operationen sind 3 Hauptbedingungen erforderlich:

1. Wasser.
2. Gemässigte Einwirkung des Lichtes.
3. Luft nnd Wärme.

Das Sortiren und Reinigen des Getreides.

Ueber den Werth des Reinigens und Sortirens des Getreides sind die Ansichten sehr getheilt und nicht selten hört man den Ausspruch: Meine Gerstenreinigungs-Maschine ist die Weiche. Diese Ansicht mag insoferne Berücksichtigung finden, wenn wir die Gerste aus zweiter Hand, d. h. nicht von Producenten, sondern von Händlern beziehen.

Grosse Getreidefirmen haben längst den Vortheil des Reinigens und Sortirens der Gerste eingesehen und gefunden, dass nur dadurch eine solide Basis für den Handel geschaffen wird. Es hängt somit der Werth des Sortirens von der Beschaffenheit der Gerste ab, ist dieselbe gleichmässig im Korn, frei von halben Körnern und fremden Saamen, so kann diese Arbeit umgangen werden.

Die Arbeit des Gerstenreinigens geschieht nach zwei Richtungen, entweder wird die Gerste nur von dem anhängenden Staub, halben Körnern und Unkrautsamen gereinigt, oder es werden ausserdem noch die Körner nach ihrer Grösse in 2 oder 3 Sorten getrennt.

Zur Verrichtung dieser Arbeit sind verschiedene Maschinen im Gebrauch, wie solche in Bd. I S. 70—76 näher beschrieben sind.

Die Wirkung des Sortirens des Getreides äussert sich nach zwei Richtungen: physikalisch und chemisch.

Von besonderem Vortheil ist der physikalische Einfluss, welcher darin besteht, dass man die Körner in verschiedenen Sorten von gleicher Grösse erhält und jede Sorte für sich allein mälzen kann, wodurch ein gleichmässiges Quellen und Keimen erreicht wird, Bedingungen, welche zur Erzielung eines Malzes von bester Beschaffenheit erfüllt werden müssen.

Weniger Vortheile bietet das Sortiren der Gerste in chemischer Beziehung, da sich ein Unterschied in der Zusammensetzung nur dann findet, wenn man die sogenannte Abfallgerste mit den guten sortirten vollen Körnern vergleicht.

Solche Untersuchungen wurden von A. Metz*) ausgeführt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung einer auf der Boby'schen Maschine sortirten Gerste waren folgende:

	Sortirte Gerste,	Abfallgerste.
Trockenes Gerstenkorn in 100 Gewthln. Trockensubstanz	88,15	83,78
Trockene Hülsen „ „ „ „	11,85	16,22
Auf 100 Gewthle. trockenes Gerstenkorn kommen an Hülsen	13,44	19,36
100 Gewthle. lufttrockenes Gerstenkorn enthalten Trockensubst.	83,82	83,86
100 Gewthle. lufttrockenes Gerstenkorn enthalten Wasser	16,18	16,14
100 Gewthle. Gerstenkorn enthalten Eiweisstoffgehalt im Korn	13,03	11,34
„ in der Hülse	0,83	1,43
Summa	13,86	12,77
100 Gewthle. Gerstenkorn enthalten Aschengehalt im Korn	1,73	1,81
„ in der Hülse	0,91	1,15
Summa	2,64	2,96

Es ergaben sich in der Zusammensetzung der sortirten und der Abfallgerste folgende Unterschiede:

Das Gewicht an Hülse ist bei der Abfallgerste um 5,92% grösser als bei der sortirten Gerste
der Gehalt an Asche „ „ „ „ „ 0,32% „ „ „ „ „
der Eiweissstoffgehalt „ „ „ „ „ 1,09% geringer „ „ „ „
wodurch sich die Annahme, dass die kleinere Gerste in Folge eines grösseren Eiweissstoffgehaltes untauglicher als Braugerste sei, nicht bewährt.

Vom Einquellen der Gerste.

Während des Quellens des Getreides vollziehen sich verschiedene Processe, die in Nachstehendem näher erörtert werden sollen.

I. Von der Beschaffenheit des Wassers.

Die bis jetzt gemachten Untersuchungen, welches Wasser zum Quellen den Vorzug verdient, hartes oder weiches, haben ein getheiltes Urtheil hervorgerufen. Die Mehrzahl neigt der Anschauung hin, dass sich bei Beurtheilung des Wassers die Nachtheile und Vortheile das Gleichgewicht halten und dass hier mehr die Frucht und die Zeit des Quellens, sowie die Temperatur des Weichwassers massgebend ist.**)

Weil die Gegenwart der Kalksalze die Säuren der Gerste bindet, so wäre es angezeigt, dem mehr harten Wasser den Vorzug einzuräumen. Da nun ein Wasser erst mit „hart“ bezeichnet wird, wenn es in 100,000 Theilen mehr wie 18 Theile Kalk und Magnesiasalze enthält, so enthalten auch schon weiche Wasser solche Salze und scheint desshalb die Frage, ob hartes oder weiches Wasser vorzuziehen sei, von wenig Belang.

Zu hartes und zu weiches Wasser wäre zu vermeiden, weil im letzteren Falle die beim Quellen entstehenden Säuren nicht gebunden werden, im ersteren Falle die Quellung sich zu langsam vollzieht. Ein wirklicher Nachtheil für die Güte des Malzes

*) Lehrbuch der Bierbrauerei 1875 von Dr. K. Lintner S. 137.

**) Siehe die Versuche von Ullik (Zeitschrift des Brau-Jndustrievereins im Königreiche Böhmen 1880 No. 20.

ist jedoch davon nicht abzuleiten, was sich damit beweisen lässt, dass man in Betreff der Malzbereitung die Zusammensetzung bekannter, zum Quellen in Verwendung kommender Wasser nebeneinander stellt.

Beginnen wir mit dem weichsten und schliessen mit dem härtesten, so erhalten wir folgendes Bild:

In 100,000 Theilen Wasser sind Kalk und Magnesia-Salze enthalten:

Pilsener Actienbrauerei	9,60	(Hajek)
Pilsener Alte Brauerei	10,40	„
„ Neue Brauerei	11,70	„
Wasser aus Ansbach IV	12,92	(Bauer)
„ „ Tuttlingen	13,11	„
„ „ Düsseldorf	13,72	(Busch)
„ „ Ansbach II	14,32	(Bauer)
„ „ Augsburg	15,42	(Röthe)
„ „ Köln	15,68	(Busch)
„ „ Ansbach III	18,35	(Bauer)
Brauwasser d. Brauerei Göggingen	19,81	„
Wasser aus Mainz	20,44	(Busch)
„ „ München Löwenbräu II	23,38	(Kradisch)
„ „ „ Hofbräuhaus I	28,67	„
„ „ „ Löwenbräu I	28,85	„
„ „ „ Hofbräuhaus II	33,80	„
„ „ Kaltenhausen	38,53	(Busch)
„ „ Kleinschwechat	38,53	(Lermer)
„ „ München, Spatenbräu	38,78	(Kradisch)
„ „ Ansbach I	94,69	(Bauer)

Bei solchen Betrachtungen kommt man zu dem Schluss, dass man bei Beurtheilung des Wassers von anderen Umständen als den beschriebenen ausgehen muss. Das Urtheil lässt sich in folgender Weise aussprechen:

Das zum Quellen des Getreides in Verwendung kommende Wasser kann hart oder weich sein. Ein Wasser, welches viel suspendirte Stoffe enthält und mit in Zersetzung begriffenen organischen Substanzen oder deren Fäulnissprodukte geschwängert ist, eignet sich, weil es die Bildung der Fäulnisshefe befördert und leicht Schimmelbildung hervorruft, nicht. Das Wasser soll klar und frei von salpetersauren Salzen sein.

Will man wirklich von einem Einfluss des Weichwassers sprechen, so ist ein solcher Einfluss nur bei ganz abnormaler Zusammensetzung zu constatiren oder wenn man, wie dies die nachstehenden Versuche beweisen, Salze oder Säuren dem Weichwasser zusetzt.

Die Einflüsse, welche zu beobachten sind, beziehen sich auf Quellung und Wasseraufnahme, Substanzentziehung und Keimung.

II. Quellung und Wasseraufnahme.

Die Quellung erfolgt am schnellsten, wenn man dem Weichwasser Säuren oder Alkalien zusetzt. Ist das Wasser hart, oder setzt man neutrale Salze zu, so erfolgt sie langsamer als mit weichem oder destillirtem Wasser.

Auch die Temperatur des Wassers ist selbstredend von Einfluss; ist das Wasser über 15° R. warm, so erfolgt die Quellung zu rasch, ist die Temperatur niedriger als + 2° R., so erfolgt sie zu langsam. Höhere Temperatur zerstört die Keimfähigkeit mehr als niedere.

Sehr interessant betreffs der Wasseraufnahme sind die Untersuchungen von Prof. Haberlandt; derselbe theilt mit: „Gerste büsst schon innerhalb 6 Tagen unter Wasser gelassen ihre Keimfähigkeit ein, Samen, welche schlecht oder gar nicht keimfähig sind nehmen rasch viel Wasser auf, im Gegensatze zu keimfähigen, bei denen die Wasseraufnahme allmälig stattfindet. Hat die Menge des aufgenommenen Wassers eine gewisse Grenze überschritten, so nimmt auch die Keimfähigkeit ab. Die Grenze ist bei den verschiedenen Samen natürlich verschieden. Bei Weizen, Gerste, Hafer scheint sie einzutreten, wenn das aufgenommene Wasser etwa 50% vom Gewicht des Samens beträgt."

Nach Haberlandt keimten von 100 Gerstenkörnern, welche 70% Wasser aufgenommen hatten, nur 5 Körner. —

Ueber die Aufnahme der Wassermenge schreibt Haberlandt:

Wasseraufnahme nach	1	2	3	4	5	6	7	Tagen
Weizen	31,5	37,6	44,5	53,7	60,2	63,4	68,8	%
Gerste	36,8	43,5	48,6	55,3	64,9	67,4	68,8	%

Ferner hat Haberlandt die Erfahrung gemacht, dass die Keimfähigkeit um so länger erhalten bleibt, je öfter das Wasser gewechselt wird. Dass die Volumenzunahme durch Anfeuchten, d. h. durch wenig Wasser grösser ist, wie die Gewichtszunahme, was beim Einkauf des Getreides nach Maass von grosser Bedeutung ist. Haberlandt hat von jeder Getreideart 30 cubcm. abgemessen und gewogen und folgendes Resultat erhalten.

	Gewicht Gramm	Wassergabe Gew.-Proc.	Volumen nach 24 Std.	Volumenzunahme Procent
Gerste . . Nr. 1	18,49	5	23,5	8,3
„ . . „ 2	18,33	10	35,0	16,6
„ . . „ 3	19,95	15	39,5	31,6
Weizen . „ 1	21,4	5	32,5	8,3
„ . . „ 2	22,0	10	36,5	21,6
„ . . „ 3	23,18	15	40,5	35,0

Haberlandt hat weiter gefunden, dass überhaupt durch langsames Anfeuchten des Getreides die Keimfähigkeit besser erhalten bleibt, als durch rasches Quellen, durch welches die Keimfähigkeit vermindert wird; es machte sich dies besonders bei der Gerste geltend, während Weizen und Roggen gar nicht oder in einem kaum merklichen Grad in ihrer Keimfähigkeit verändert wurden.

Wasseraufnahme & Wassergehalt der gequellten Gerstensubstanz

nach den Versuchen an der Münchener praktischen Brauerschule.
Die Gerste enthielt 14% Wasser.

Nummer des Versuches	Temperatur	Quelldauer	Wasser-Aufnahme	Wasser-Gehalt
			Procent	
I	10—12° C.	60 Std.	50,45	42,83
II	12—14° C.	60 „	50,78	42,96
III	6—8° C.	72 „	54,16	44,21
IV	8—10° C.	72 „	54,29	44,26
V	9—11° C.	72 „	54,72	44,41
VI	12—15° C.	60 „	55,75	44,71
VII	12—15° C.	70 „	69,09	46,28
VIII	4—6° C.	112 „	60,05	46,41
IX	15—17° C.	72 „	63,06	47,43

Gerstenkörner aus Versuch I—IV keimten regelmäsig, bei Versuch V—VI nahm die Vegetation einen zu raschen Verlauf und keimten bei Versuch VII—IX 5—8% Körner nicht mehr.

Diese Versuche führen zu der Ueberzeugung, dass eine Gerste, welche 14% Wasser besitzt, wenn sie mehr als 56% ihres Gewichtes an Wasser aufgenommen hat, als überweicht zu betrachten ist und die Keimfähigkeit in Folge dessen wesentlich abnimmt, oder was gleichbedeutend ist, der Wassergehalt der quellreifen Frucht darf 45% nicht übersteigen. Durch diese Wasseraufnahme findet eine räumliche Substanzvermehrung statt. 100 Liter Gerste geben 129 bis 134 Liter Quellfrucht. (Siehe Bd. I S. 4.)

III. Substanz-Entziehung.

Mit gewöhnlichem Brunnenwasser gequellter Gerste wurden nach Mulder aus 100 Pfd. Gerste innerhalb 20 Stunden 0,57% ausgezogen wovon 14% beim Verbrennen als Asche zurück blieben. Nach Dr. Lermer bis zur Erreichung der Quellreife 1,04%, davon treffen 0,34% auf die Aschenbestandtheile. Nach John „bayr. Bierbr.“ 1869 S. 102 wurden in 48 Stunden 0,391% entzogen, davon waren 0,175% Aschenbestandtheile.

Betreffs der Menge der Substanz, welche das Wasser der Gerste bis zur Quellreife entzieht, war allgemein die Ansicht verbreitet, dass der Gerste umsomehr Substanz entzogen wird, je weicher das zum Quellen verwendete Wasser ist.

Diese Meinung wird durch nachstehende Untersuchungen hinfällig:

Professor Dr. E. Ullik*), Director der landw. Akademie Liebwerd, operirte mit fünf verschiedenen Wässern und zwar mit destillirtem Wasser, Elbewasser, einem temporär harten Quellwasser und mit zwei Gypslösungen von verschiedener Concentration (bezeichnet a u. b). Die Quelldauer betrug 72 Stunden.

Aeusserliche Erscheinungen zeigten sich beim Weichen nur in der Färbung des von der gequellten Gerste abgelassenen Wassers, die hellste Färbung hatte das Quellwasser, die dunkelste das destillirte Wasser angenommen.

Ullik äusserte sich über seine Versuche in folgender Weise: „Man nimmt ziemlich allgemein an, dass harte Wasser weniger von den Bestandtheilen der Gerste auslaugen als weiche. Meine Versuchsresultate lehren nun aber Folgendes: In Bezug auf das Kali ist ersichtlich, dass alle übrigen Wässer mehr davon ausziehen, als das destillirte (also das weichste); am meisten das härteste Wasser, nämlich die Gypslösung a; doch sind die Differenzen nur sehr geringe. Das weiche Elbewasser, das Quellwasser und die Gypslösung b. verhalten sich in dieser Beziehung nahezu ganz gleich. Natron wird mit Ausnahme der Gypslösung a. von allen in geringerer Menge ausgezogen, als vom destillirten Wasser, namentlich aber vom temporär harten Quellwasser und von der Gypslösung b. Bei der Magnesia zeigt sich, dass die harten Wässer viel bedeutendere Mengen auflösen, als das destillirte Wasser und das weiche Elbewasser, namentlich bei der Gypslösung a. beträgt die Magnesia beinahe das doppelte von der bei den vorgenannten zwei weichsten Wässern. In Betreff der Phosphorsäure nimmt man wahr, dass alle übrigen Wässer geringere Mengen davon ausziehen, als das destillirte, die Differenzen sind aber nur sehr klein; selbst beim temporär harten Quellwasser welches die geringste Menge Phosphorsäure auslaugt, beträgt die Differenz gegenüber dem destillirten Wasser kaum $^1/_7$ von der durch letzteres ausgezogenen Menge. Das weiche Elbewasser und die dreimal härtere Gypslösung b. verhalten sich in Bezug auf die Phosphorsäure ganz gleich."

Untersuchung der organischen Substanz.

Die Menge der organischen Substanzen bestimmte Ullik relativ durch Oxydation mittelst Kaliumpermanganat nach der Kubel'schen Methode. Ullik fand, dass bei allen 5 Wässern die Menge der ausgelaugten organischen Substanzen beim 1. und 2. Weichwasserwechsel ziemlich gleichmässig war, dann aber bei der 3. und 4. Weiche abnimmt und bei der letzten etwa auf die Hälfte herabsinkt.

Im Allgemeinen ist der Verlust der ausgelaugten organischen Substanzen verschwindend klein und laugen die 3 harten Wasser ziemlich gleiche Mengen davon aus und ist die Menge, welche das weiche Wasser mehr davon ablaugt, erheblich klein.

Ullik hat auch die organischen Substanzen näher untersucht und gefunden, dass die harten Wasser kleine Mengen von Kohlehydraten, dagegen aber grössere Mengen stickstoffhaltige Bestandtheile aufzunehmen scheinen. Endlich machte Ullik auch Versuche mit Weichwasser, welches nur 7 Stunden mit Gerste in Berührung war, und

*) Zeitschrift des Brauindustrie-Vereins im Königreich Böhmen 1880 No. 20 und Zeitschrift für das gesammte Brauwesen von Director Dr. Karl Lintner München 1881 No. 6 S. 130.

kam zu dem Schluss, dass im Ganzen die Dauer des Weichens von weit grösserem Einflusse auf die Menge der ausgezogenen Substanzen ist, als die verschiedene Beschaffenheit der Wässer.

Weitere sehr interessante Versuche unternahm auf Veranlassung des Herrn Director Dr. Lintner Dr. G. Heut,*) welcher das Verhalten verschiedener Gerstensorten gegenüber demselben Wasser, wie solches Ullik untersuchte, beobachtete. Diese Untersuchungen führten zu dem Endresultat, dass sich die einzelnen Gerstensorten auch ein und demselben Wasser gegenüber, insbesondere betreffs der Abgabe von Kali und Phosphorsäure, sehr indifferent verhalten. Ein grösserer Verlust an Kali ist auch mit einem solchen an Phosphorsäure begleitet.

Ganz besonders hebt nun Heut die Natur der gelösten stickstoffhaltigen Stoffe hervor, welche während des Actes des Quellens ausgezogen werden, und ist mit Ullik der Ansicht, dass in den ausgezogenen organischen Substanzen eigentliche Eiweissstoffe fehlten, dagegen Peptone anwesend seien.

Ullik erklärt sich die Abwesenheit der Albuminate in den Weichwässern aus deren Unvermögen durch pflanzliche Membrane zu diffundiren. Dieses Argument trifft nicht mehr ganz zu, wenn, wie es doch meistens der Fall, die Schale sämmtlicher Körner nicht mehr intact ist. Wenn es auch dann nicht mehr gelingt, in derartigen Auszügen die Gegenwart echter Eiweisskörper zu konstatiren, so dürfte der Schlüssel zur Erklärung dieser Erscheinung in der jüngst publicirten Entdeckung Pöhl's (Berl. Ber. XI. 1355) zu suchen sein, welcher behauptet, dass alle Albuminate durch Berührung mit thierischen und pflanzlichen Geweben peptonisirt werden.

Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Weichwasser.

Von **Karl Michel** und **Jäckel-Handwerck**.

Zu den Versuchen diente vorzüglich etwas gelblich gefärbte böhmische Gerste mit weissem Mehlkörper und einem

spez. Gewicht	1,1994
Wassergehalt	15,009
Aschenmenge	2,55
Extraktgehalt	63,7508

Versuch I. Man weichte 50 gr. Gerste in 60 cbcm. destillirten Wassers.

Versuch II. Ferner 50 gr. Gerste in 60 cbcm. Wasser mit 1% Gehalt an Kochsalz.

Versuch III. Schliesslich 50 gr. Gorste in 60 cbcm. gewöhnlichem Brunnenwasser, mit einem Abdampfrückstand von 0,425 gr. im Liter, wovon 0,120 auf organische und 0,305 gr. auf mineralische Substanzen treffen.

---

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen von Director Dr. Karl Lintner 1882 No. 6 S. 98 Mittheilungen über Theorie und Praxis von Karl Michel München 1882 Bd. II. No. 5. S. 66.

Uebersichtliche Zusammemstellung der Resultate auf 100 g. Gerstensubstanz berechnet.

Versuche.	I. Weiche Dauer 25 Stunden.			II. Weiche Dauer 20 Stunden			III. Weiche Dauer 29 Stunden			Im ganzen 74 Stunden		
	Wasser-aufnahme	Entzogene Substanz		Wasser-aufnahme	Entzogene Substanz		Wasser-aufnahme	Entzogene Substanz		Wasser-aufnahme	Entzogene Substanz	
		unorg.	organ.		unorg.	organ.		unorg.	organ.		organ.	unorg.
	ccm	g.	g.	ccm	g	g	ccm	g	g	ccm	g	g
I. Versuch mit destill. Wasser	42	0,12948	0,10920	13,608	0,07038	0,06382	7,992	0,05264	0,04816	63,600	0,25250	0,22118
		0,23868			0,1342			0,1008			0,47368	
II. Versuch mit destill. Wasser, dem 1 % Kochsalz zugesetzt wurde.	38	0,08692	0,12956	12,792	0,65040	0,10934	6,000	0,32440	0,03970	56,792	1,06172	0,27860
		0,21648			0,75974			0,3641			1,34032	
III. Versuch m. Brunnenwasser, welches im Liter 0,305 g unorg. und 0,120 g org. Substanz enthielt	43	0,13064	0,12140	7,992	0,06664	0,06698	10,000	0,04345	0,04332	59,992	0,24073	0,23170
		0,25204			0,13362			0,08677			0,47243	

Aus den Versuchen ist Folgendes ersichtlich;

An unorganischer Substanz hat das destillirte Wasser mehr ausgezogen als das Brunnenwasser, doch ist die Differenz ganz unbedeutend, sie beträgt nur 0,01177 g.; dagegen hat das destillirte Wasser mit Kochsalzzusatz am meisten organische Substanz ausgezogen und zwar um 0,05742 g mehr als das destillirte Wasser, doch ist auch hier die Differenz eine äusserst geringe, sie beträgt nur 0,01052 g.

Auffallend erscheint im ersten Augenblick die Menge der durch das Kochsalz ausgezogenen unorganischen Substanz.

Wenn man jedoch diesen Umstand näher betrachtet, so rührt dieser grössere Gehalt an unorganischer Substanz sicher vom Kochsalz her, wovon eben beim zweiten und dritten Weichwasser nicht, wie berechnet, der Lösung entsprechend aufgenommen wurde, sondern im Weichwasser vollständig zurückblieb, und höchst wahrscheinlich waren es die durch das Kochsalz mehr ausgezogenen organischen Substanzen, welche durch die Gegenwart des Salzes im fraglichen Weichwasser den starken Niederschlag bewirkten und das mehr trübe Aussehen des Weichwassers, wie bei Versuch I und II, welch letztere sich klarer zeigten und sich nicht wesentlich von einander unterschieden, bedingten.

Es findet darin die in jüngster Zeit aufgestellte Behauptung eine Unterstützung, dass das Kochsalz lösend auf die Eiweisskörper wirkt. Endlich finden wir noch bestätigt, dass die Gegenwart von Kalksalzen, in grösserem Maase aber das Kochsalz, das Eindringen des Wassers in das Gerstenkorn erschwert, so dass die allgemeine bekannte

Annahme, dass durch das weiche Wasser der Quellprocess beschleunigt wird, ebenfalls bestätigt ist, Dagegen wird die Ansicht, dass durch weiches Wasser mehr Substanz wie durch hartes entzogen wird, hinfällig.

Beschaffenheit der durch das Weichwasser entzogenen Substanzen.

Die entzogenen Substanzen theilen sich, wie die vorliegenden Untersuchungen zeigen, in organische und unorganische.

Die organischen Substanzen bestehen aus stickstoffhaltigen Bestandtheilen und Kohlehydraten. Hervorzuheben sind die so leicht zersetzbaren Extraktivstoffe, sie färben das Weichwasser braun; je dicker die Hülse, desto dunkler wird das Wasser gefärbt und desto mehr tritt der dem Korn anhängende Strohgeruch hervor. Die Extraktivstoffe werden gleich zu Anfang vom Weichwasser aufgenommen und mit dem Wechseln desselben entfernt.

Nach Dr. Ullik ist die Menge der ausgelaugten organischen Stoffe im Vergleich zur Gesammtmenge der in der Gerste enthaltenen, als verschwindend klein anzusehen, so dass von einem namhaften Substanzverlust nicht die Rede sein kann. Wegen der leichten Zersetzbarkeit der im Wasser enthaltenen organischen Substanzen ist eine genaue Angabe der Mengen der einzelnen Substanzen nicht möglich. Dr. Lintner äussert sich hierüber*): „Eine gründliche Untersuchung des Weichprocesses in chemischer Hinsicht ist von Dr. J. C. Lermer ausgeführt.

Während des Weichprozesses entwickelt sich aus den Körnern eine ziemliche Menge Gas; dieses besteht grösstentheils aus Kohlensäure. Das Destillat vom Weichwasser zeigt die üblichen Reactionen auf — freilich nur sehr geringe Mengen — Alkohol. Beim Einengen des Weichwassers scheidet sich eine nicht unbeträchtliche Menge krystallinischer, unorganischer und flockiger organischer Substanzen aus, so dass ein braunes Sediment entsteht, während die Flüssigkeit sich selber gleichfalls bräunt. Dieselbe reducirt Fehling'sche Lösung in nicht unbedeutendem Grade. Nach einigen Tagen verschwindet diese Eigenschaft jedoch und die Flüssigkeit zeigt nun saure Reaction. Das erwähnte braune Sediment entwickelt getrocknet und auf Platinblech erhitzt viel Ammoniak und schmilzt nach dem Einäschern zu einer farblos wasserhellen Perle.

In dem Weichwasser findet sich eine bedeutende Menge Bernsteinsäure. Dieselbe lässt sich leicht nachweisen, wenn man den Abdampfungsrückstand des Weichwassers, unter Vermeiden von Erhitzung, mit concentrirter Schwefelsäure vermischt und nun mit Aether auszieht. Nach der Verdunstung des Aethers hinterbleibt die Bernsteinsäure im krystallisirten Zustande. Die Menge Bernsteinsäure ist so beträchtlich, dass man aus 2 hl. Gerste einige 30 Gramm Bernsteinsäure gewinnen kann.

Mit mehr Genauigkeit lässt sich die Menge der anorganischen Substanzen angeben. Eine Analyse der Weichwasserasche von Dr. Lermer führte zu folgendem Ergebniss:

Kali	52,11
Natron	2,46
Chlornatrium	12,04
Magnesia	4,02
Kalk	2,00

*) Lehrbuch der Bierbrauerei von Director Dr. K. Lintner, Braunschweig 1877 S. 145.

Thonerde	0,04
Eisenoxyd	0,08
Kupferoxyd	Spur
Mangan	Spur
Phosphorsäure	11,15
Kieselsäure	2,62
Schwefelsäure	4,12
Kohlensäure	9,21
	99,85

Kali, Phosphorsäure und Kohlensäure sind also die vorwiegendsten Bestandtheile der Weichwasserasche.“

Ein weiteres Bild über die Entziehung von unorganischen Bestandtheilen gibt nachstehende Analyse aus Dr. K. Lintner's Lehrbuch entnommen:

	10,000 Gewthle. Gerstentrockensubstanz enthalten:	Die daraus erzeugten 9860 Gewthle. quellreife trockene Gerste enthalten:	Es wurden also durch das Weichwasser entzogen
Kali	55,3	37,5	17,8
Natron	4,8	1,8	3,0
Magnesia	15,9	14,5	1,4
Kalk	9,0	8,3	0,7
Thonerde	0,9	0,9	0,0
Eisenoxyd	3,2	3,1	0,1
Phosphorsäure	79,3	75,5	3,8
Kieselsäure	70,8	69,9	0,9
Schwefelsäure	1,4	0,0	1,4
Chlor	2,8	0,3	2,5
Asche	243,0	212,1	30,9

Es wird also der Gerste durch das Weichen etwa $^1/_3$ ihres Kaligehaltes entzogen. Das Natron gleichfalls wie es scheint grösstentheils in Form von Chlornatrium. Magnesia und Kalk verbleiben in der geweichten Gerste fast vollständig und auch die Menge der entzogenen Phosphorsäure ist eine relativ nur unbedeutende.

Untersuchungen über den Einfluss des Weichwassers auf die Keimung wurden in Dr. Zöllner's „Oeconom. Fortschritte“ *) publicirt, welche in von Liebig's Laboratorium angestellt wurden. Die Versuche wurden unternommen mit reinem Wasser, dann mit solchem Wasser, welches einen geringen Gypszusatz erhielt, und mit einem dritten Wasser, dem man etwas Kochsalz zugefügt hatte. Die im reinen Wasser und im Gypswasser geweichten Gerstenkörner keimten gleichmässig und hatten in ca. 4 Tagen Wurzelkeime von $1^1/_4$facher Länge des Kornes getrieben, während die Gerstenkörner deren Weichwasser kochsalzhaltig waren, erst zu keimen anfingen, als die in Versuch I und II gequellten Körner schon gedarrt werden konnten. Die in salzhaltigem Wasser (Versuch III) geweichten Körner keimten sehr unregelmässig besassen zum Theil einen Schimmelanflug, und hatten erst innerhalb 8 Tagen Keime

*) Bayr. Bierbrauer 1868 S. 186.

von $^5/_4$ Kornlänge getrieben. Dr. Zöllner sagt, das Münchener Wasser ist desshalb ebenso zweckmässig als das reine, weichem Quarzgestein entspringende Erlanger Wasser, dagegen ist kochsalzhaltiges Wasser zur Malzbereitung weniger geeignet.

Untersuchungen von Dr. Lermer.
(Publicirt im „bayer. Bierbrauer" Jahrgang III. 1868 S. 188.)

Einfluss des Weichwassers und der Keimdauer auf die Ausbeute an Malz und auf die Malzzusammensetzung.

Als Weichwasser wurde verwendet:

1. Brunnenwasser (I)
2. Brunnenwasser, welches auf 1000 Theile einen Theil englische Schwefelsäure enthielt (II) und
3. Brunnenwasser mit 5 Theilen Chlorkalkzusatz auf 1000 Theile (III); durch den Chlorkalk sollte etwaiger Schimmelbildung und fäulnissartiger Umsetzung der Eiweisskörper in der Gerste vorgebeugt werden.

Als Ergebniss dieser Versuche kann folgendes angeführt werden.

1. Die Dauer der Keimung, d. h. die Zeit, welche nöthig war, um aus dem Korn Keime von der doppelten Kornlänge zu entwickeln, war verschieden, sie betrug: Brunnenwasser als Weichwasser benützt 9 Tage; Brunnenwasser mit Schwefelsäure 5 Tage; Brunnenwasser mit Chlorkalk 7 Tage.

2. Die Ausbeute an Malz war ebenfalls verschieden; sie betrug

bei Versuch	I	85,4	Th. trockenes Malz;
„ „	II	81,0	„ „ „
„ „	III	86,1	„ „ „

auf 100 Theile trockene Gerste.

Man sieht, in den 3 Versuchen war die Ausbeute von Malz nicht sowohl von der Dauer der Keimung, als vielmehr von der Qualität des Weichwassers abhängig.

Untersuchungen von Dr. Reischauer und Geisler*)

Ueber den Einfluss von kochsalzhaltigem Weichwasser auf die Malzbereitung beobachtete schon früher Dr. Reischauer, dass ein Kochsalzzusatz von 0,03% die Keimung der Gerste verzögert. Geisler führte ähnliche Versuche im Grösseren aus und kam zu dem Resultate:

1) Dass durch die Beigabe von Kochsalz zum Weichwasser die Quellreife verzögert wurde;

2) trat eine Verzögerung des Beginnes der Keimung (Spitzen, Aeugeln der Gerste) auf;

3) war die Entwicklung des Wurzelkeimes durch das Kochsalz gehemmt, der Entwicklung des Blattkeimes dagegen bedeutender Vorschub geleistet. Letzterer Umstand zwang zur früheren Unterbrechung des Wachsprocesses, noch bevor der gewünschte Grad der Auflösung erzielt war, weil sonst die schon am Ende der Körner angelangten Blattkeime hervorgeschossen wären.

Uebrigens sind sämmtliche 3 Darrmalze sehr gut geworden, sie besassen die richtige Rösche und einen angenehmen süssen aromatischen Geschmack. Das daraus

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen von Direktor Dr. K. Lintner Jahrgang 1878 No. 17 S. 373.

gewonnene Malz lieferte jedoch weniger Extrakt und war der Zuckergehalt in Extrakt zurückgegangen, der Extrakt war stickstoffhaltiger, was mit vorhergehenden Versuchen von mir und Jäckel-Handwerck übereinstimmt, da mit den geweichten Gerstenproben Keimversuche angestellt wurden, die, obgleich sie aus lokalen Gründen den gehegten Erwartungen nicht entsprachen, doch deutlich wahrnehmen liessen, dass die Körner aus Versuch I und III regelmässig keimten, während diese von Versuch II die doppelte Zeit zu ihrer Wurzelentwicklung bedurften. Es wirkt somit das Kochsalz auch hier verlangsamend auf den Keimprocess.

Unter den kleinen Mittheilungen in der „Zeitschrift für das gesammte Brauwesen von Dr. K. Lintner“ 1882 No. 2 sind über das Weichen der Gerste von den Herren Dr. E. J. Mills & J. Pettingrew interessante Mittheilungen enthalten. Von denselben ist hervorzuheben, dass das destillirte Wasser, worin die Gerste geweicht wurde, wenigstens 2 Eiweissstoffe enthält, wovon sich der eine kalt durch metaphosphorsaures Natron, der andere nur beim Sieden niederschlägt. Ersterer kann durch eine Gypslösung beinahe ganz, und durch eine Kalklösung bis auf eine geringe Menge zurückgehalten werden.

Die Hauptwirkung einer Kalklösung ist, die stickstoffhaltige Masse im Getreide zurückzuhalten und die Gesammtmenge des Extrakts zu vermehren. Ferner schreiben genannte Herren den salpetersauren Salzen keimungsfördernde Wirkung zu. Sie empfehlen desshalb, man soll dem Weichwasser 0,1% Gyps und eine kleine Menge salpetersauren Kalk zusetzen.

Untersuchungen über den Einfluss der Zufügung verschiedener Salze zum Weichwasser von Dr. Hannamann.

(Publizirt in „Der Bierbrauer“ von G. E. Habich. Neue Folge II. Band 1872. S. 118.)

Nachstehende Tabelle enthält einen Auszug in übersichtlicher Zusammenstellung der verschiedenen Versuche:

Eingeweicht in Wasser dem zugefügt wurde:	Weichzeit i. Stunden	Zahl der nicht gekeimten Körner in Prozenten	Zahl der schwach gekeimten Körner in Prozenten	Zahl der stark gekeimten Körner in Prozenten	Auflösung und Güte des Grünmalzes
Destillirtes Wasser	48	6	22	72	sehr gut
Brunnenwasser	96	4	21	75	sehr gut
Kochsalz 0,5%	100	15	27	58	ungleich
Chilisalpeter 0,5%	100	18	22	60	ungleich
Gyps 0,5%	83	4	26	70	schön
Bittersalz 0,5%	83	6	23	71	gut
Phosphors. Kali 0,5%	79	13	21	66	ungleich
faule organische Stoffe	74	5	15	80	sehr gut
Chlorkalk 0,5%	96	2	18	80	gleich

Aus vorstehender Tabelle ist ersichtlich, dass ein Zusatz von 0,5% Kochsalz,

Chilisalpeter oder phosphorsaures Kali die Keimfähigkeit der Körner im hohen Grade zerstört, während Gyps und Chlorkalk günstig auf die Keimung wirken.

Weichwasserstudien aus der Versuchsstation der Wormser Brau-Akademie:

(„Der Bierbrauer". Neue Folge. IV. Band, 1873 Nr. 8 S. 134.)

Die Resultate dieser Studien als Auszug in einer Tabelle zusammengefasst sind folgende:

Dem destillirten Wasser zugesetzt		Keim-Dauer	Nicht gekeimte Körner	Extrakt-Ausbeute
Ammoniak . . .	0,4—2,0 %	9 Tage	7—15 %	63,7—54,2 %
Schwefelwasserstoff	0,5—2,5 „	9 „	4—11 „	61,7—54,3 „
Gerbsäure . . .	0,5—2,5 „	9 „	4—9 „	52,2—51,1 „
Kohlenwasserstoff .	2—4 %	11 „	11—22 „	60,1—54,2 „
Salzsäure	1—5 „	12—22 „	11—49 „	56,2—32,2 „
Salpetersäure . . .	1—5 „	11—17 „	12—51 „	54,1—36,4 „
Schwefelsäure . .	1—3 „	12—15 „	14—27 „	52,6—40,4 „
Kochsalz	1—5 „	10—17 „	9—36 „	58,4—42,3 „
Chlorkalk	1—5 „	10—17 „	10—29 „	59,1—47,2 „
Salzsaure Magnesia	0,5—1,5 %	9 „	5—15 „	61,4—54,2 „
Salzsaurer Kalk .	0,5—1,5 „	9 „	4—16 „	62,3—52,6 „

Diese Untersuchungsresultate führen zu der Anschauung, dass durch die Gegenwart der angeführten Substanzen im Wasser bei den angegebenen Procentsätzen, die Keimfähigkeit zerstört und die Extraktausbeute bedeutend vermindert wird.

Von der Arbeit des Einquellens.

Zum Einquellen der Gerste dienen Gefässe, die aus verschiedenem Material hergestellt werden und deren Form eine runde oder viereckige sein kann. Diese Gefässe sind bereits in Band I, Seite 7—10 näher beschrieben. Dieselben werden bis nahe zur Hälfte mit Wasser gefüllt und dann die Gerste eingelassen.

Da trotz der besten Gersten-Putzmaschinen die vollständige Befreiung der Gerste von Staub nicht erreicht werden kann, und ebenso wenig durch Weichen ein gründliches Reinigen der Gerste möglich ist, so empfiehlt sich, dieselbe vor dem Weichen zu waschen. Hiezu dienen verschiedene Vorrichtungen und unterscheidet man selbstthätige Waschapparate und solche, welche durch Motoren getrieben werden.

Eine Gerstenwaschmaschine von letzterer Construktion ist die von B. W. Linden (siehe Fig. 1 & 2), welche die Sangerhauser Aktien-Maschinenfabrik für 50—100 Centner

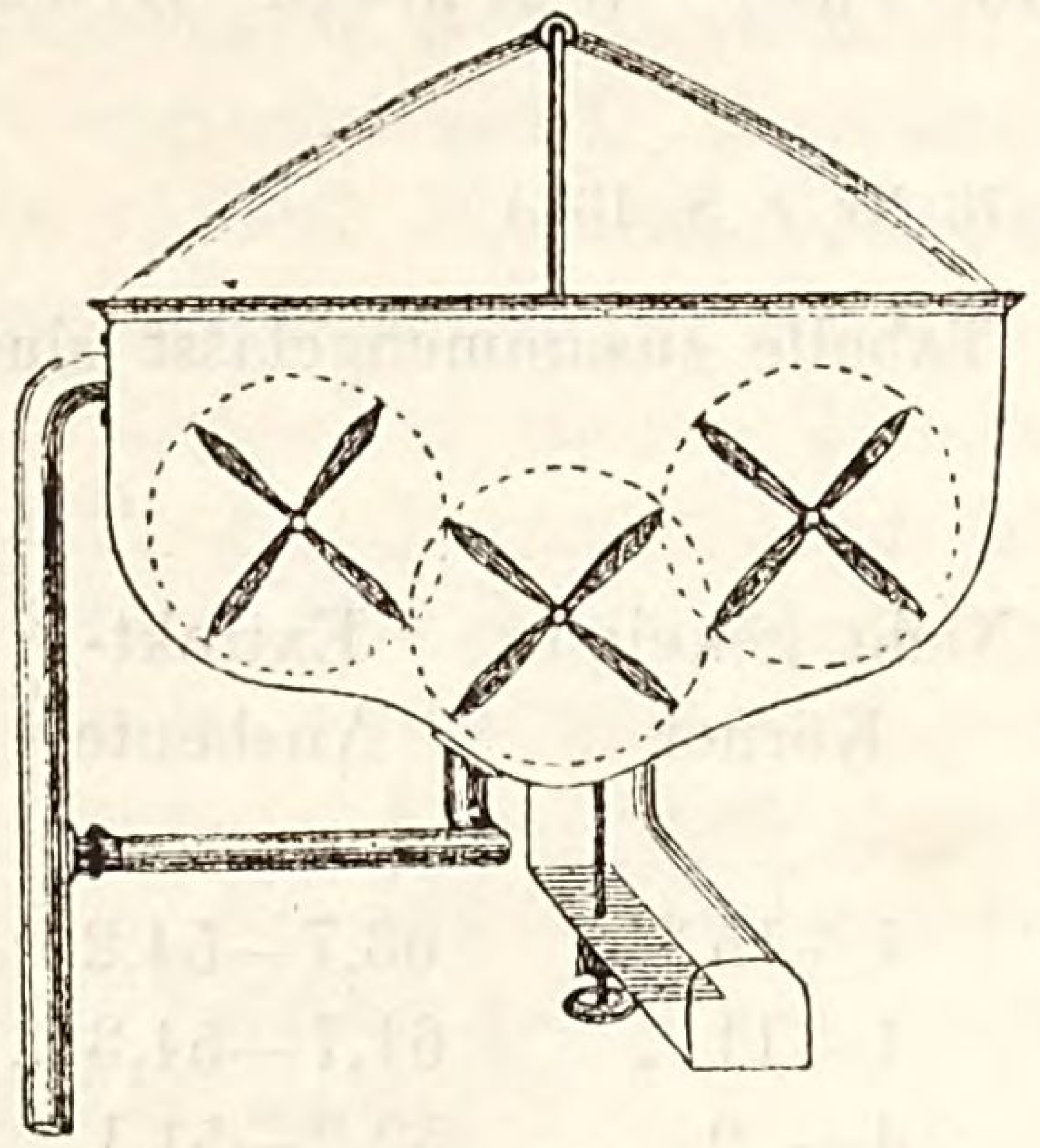


Fig. 1.

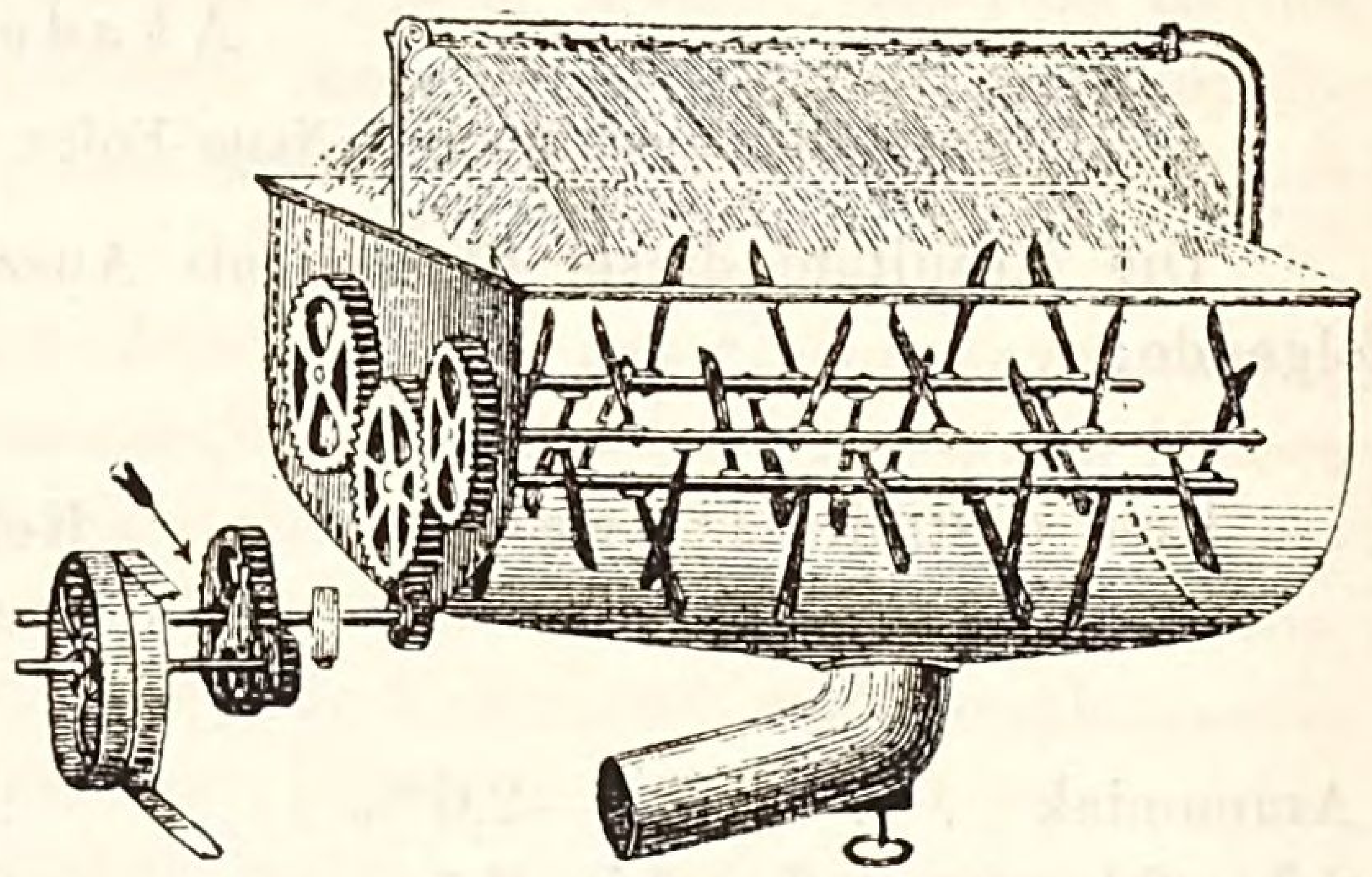


Fig. 2.

Füllung liefert.*) Dieselbe besteht aus einem gusseisernen Gefäss, in welchem sich der Länge nach 3 hohle, mit Armen versehene Wellen, durch welche das Wasser geleitet wird, ganz langsam bewegen. Die Wellen werden von einem Rädergelege mit Antriebsscheibe von der Transmission in Bewegung gesetzt. An dem Boden des Gefässes befinden sich Röhren mit Hähnen zum Eintritt des Wassers von unten, sowie zum unteren Abfluss desselben; ausserdem ist der Boden noch mit Läuterplatten und einem Ventil zum Ablassen der gewaschenen Gerste nach den Quellstöcken ausgerüstet.

Zum Abführen des ausgewaschenen Schmutzes und der Abschwemmgerste ist ein Ueberlauf angebracht.

Durch die oberhalb des Gefässes befindliche Längsbrause kann auch Wasser von oben zugeleitet werden. Nach Erfahrungen, welche in der Bonner Actienbrauerei gesammelt wurden, dauert das Waschen von 100 Centner Gerste 2 Stunden.

Ein selbstthätiger Gersten-Waschapparat ist der von Pitroff, Havelka und Mész in Karolinenthal bei Prag, über welchen Thausing sagt: „In der Hauptsache besteht ein derartiger Apparat aus einem geneigten, durchlochten Blech, über welches die Gerste in den Quellstock gleitet, wobei continuirlich Wasser aus einigen Röhren gegen die Gerste spritzt und sie rein wäscht. Das unreine Wasser sammelt sich unter dem Siebe und wird mittelst eines Rohres in den Kanal abgeleitet. Für zwei Quellstöcke kann ein derartiger billiger Apparat aufgestellt werden.

Die Arbeit des Einquellens wird zweckmässig unter folgenden Bedingungen vollzogen:

1. Dem Einquellen der Gerste geht ein sorgfältiges Sortiren und Waschen voraus.

---

*) Allgemeine Hopfenzeitung 1877 No. 141; ferner „Der Bierbrauer" von Director Dr. K. Lintner 1878 S. 226, sowie Thausing's Malzbereitung und Bierfabrikation Leipzig 1882 II, Auflage S. 266.

2. Das zum Einquellen dienende Wasser wird, insofern es durch suspendirte Substanzen getrübt ist, filtrirt. Als Filtergefäss wird entweder ein aus starken Läden gefertigter Kasten oder ein Fass mit circa 10 hl. Inhalt verwendet. Das Gefäss wird schichtenweise mit Kies gefüllt und zwar in der Anordnung, dass die unterste Lage aus sehr grobem Kies besteht, während die nachfolgenden Schichten immer mehr aus kleinerem Kies hergestellt werden, und bis zur Vollfüllung nur mehr grober Sand verwendet wird. Das Gefäss wird dann mit einem durchlöcherten Deckel abgeschlossen und so aufgestellt, dass das zu filtrirende Wasser mit einigen Metern Gefäll von unten in den Filtrirapparat geleitet wird und über den durchlöcherten Deckel, nach dem es die Filtrirschichten passirt hat, austritt.

   Durch Vermischen des Sandes mit kleinen Stückchen Knochenkohlen wird das Sandfilter wirksamer gemacht. Dem gleichen Zweck dient der Enzinger'sche Filtrir-Apparat, welcher in Band I, Seite 214 näher beschrieben ist.

3. Mit diesem filtrirten Wasser wird das Weichgefäss nahezu zur Hälfte gefüllt.

4. Da durch zu rasches Quellen die Keimfähigkeit vermindert wird, so soll die Temperatur des Weichwassers und des Weichraumes 12° R. nicht übersteigen.

5. Das Einlassen der Gerste in das Quellgefäss soll in kleineren Partieen und nicht zu rasch geschehen; während des Einlassens ist fleissig durchzurühren, damit die Schwimmgerste etc. an die Oberfläche kommt.

6. Das Abheben der Schwimmgerste soll sofort nach den Einquellen geschehen, weil, wenn diese Arbeit erst später vorgenommen wird, die leichten Körner Wasser aufnehmen, dann untersinken, sich überweichen und im Malzkeller, weil sie nicht mehr keimfähig sind, zur Schimmel- und Fäulniss-Bildung Veranlassung geben.

7. Das erste Weichwasser soll nicht sofort gewechselt werden, sondern erst wenn es längere Zeit, 6—8 Stunden, mit der Gerste in Berührung war, weil dann mit dem ersten Wechsel des Wassers auch ein grosser Theil der so leicht zersetzbaren Extraktivstoffe entfernt wird. Das zweite und die folgenden Weichwasser sollen bei warmer Witterung alle 12, bei kalter Witterung alle 24 Stunden gewechselt werden. Das Wasser soll von unten in das Quellgefäss eingelassen werden, weil sonst, wenn dasselbe von oben unter Anwendung eines schottischen Drehkreuzes oder einer Brause zugeführt wird (Band I S. 7 und 8), der vom vorher abgelassenen Wasser zurückgebliebene Staub in der Gerste verbleibt, während er durch das Einlassen des Weichwassers von unten durch das Ueberlaufrohr entfernt werden kann.

8. Das Wasser soll stets 10—15cm. über der Gerste stehen, um den Zutritt der Luft zu verhindern, weil sonst die Körner der oberen Schichten zu keimen beginnen.

9. Die Quellreife erfolgt je nach Beschaffenheit der Gerste und je nach Beschaffenheit und Temperatur des Wassers und des Weichlokales innerhalb 3—5 Tagen, bei hartem Wasser tritt sie etwas später ein, als bei weichem.

10. Die Quellung soll jedoch nicht zu weit gehen, weil durch eine zu grosse Wasseraufnahme und durch zu langes Belassen des Kornes im Wasser zu viel nützliche Substanzen entzogen werden und die Keimung der Körner bei einem Theil zu rasch, bei einem andern Theil gar nicht erfolgt.
11. Das Wasserquantum, welches das Korn bei Beendigung des Quellens besitzen soll, ist nicht für alle Fälle gleich gross, sondern es ist hierbei der Umstand massgebend, in welcher Weise der Wachsprocess geführt werden soll. So bringt man in den Mälzereien der Münchener Brauereien die Gerste aus der Weiche, wenn die gequellte Frucht 43—45 % Wasser enthält, während in den Mälzereien der Wiener Brauereien nach Schulze die Quellung als genügend erachtet wird, wenn das Korn 39—42 % Wasser enthält.
12. Da solche Untersuchungen nicht immer gemacht werden können, so dienen als Erkennungszeichen für die Quellreife hauptsächlich folgende Merkmale:
    a) Wenn 5—6 Körner über den Nagel gebogen werden, sollen nur ein oder zwei Körner abbrechen.
    b) Wenn das Korn entzweigeschnitten oder zerrissen wird, so soll es im innersten Punkt einen trockenen Kern zeigen.
    c) Zwischen Daumen und Zeigefinger zusammengedrückt, soll es nicht stechen.
13. Wenn das Weichwasser einige Stunden vor Eintritt der Quellreife nochmals gewechselt wird, so erfolgt die Keimung rascher, weil dadurch dem Korn Luft zugeführt wird.
14. Die quellreife Gerste soll 3—4 Stunden nach Ablauf des letzten Weichwassers in den Malzkeller gebracht und dünn ausgebreitet werden, damit das äusserlich anhängende Wasser rasch antrocknet.

    Weniger quellreife Gerste kann ohne Schaden zu leiden zum Zweck des Nachweichens noch 8—10 Stunden ohne Wasser im Weichgefäss bleiben, oder man legt dieselbe im Malzkeller zur Erreichung des gleichen Zweckes 20—30 cm. hoch.

Der Keimungsprocess.

Auf Seite 33 wurde bereits auf die allgemeinen Bedingungen des Keimens, sowie auf die dadurch hervorgerufenen Veränderungen der Bestandtheile verschiedener Samen hingewiesen und wird in Nachstehendem der Keimprozess des Gerstenkornes näher beschrieben.

Die Vorgänge der Keimbildung sind von zwei Processen begleitet:

1. von einem pflanzen-physiologischen,
2. von einem rein chemischen.

Der erste ist durch die Entwicklung der Keimorgane (des Blatt- uud Wurzelkeimes) begründet.

Der zweite macht sich geltend durch die Erzeugung chemischer Fermente und und durch die Bildung neuer Stoffe.

Die Bedingungen unter welchen die Keimung von statten geht, theilt man in innere und äussere. Zu den inneren Bedingungen zählt man die Keimfähigkeit

des Kornes, die vollkommene Ausbildung desselben und ein gewisses Alter des Samens. Je reifer und vollkommener daher das Korn ausgebildet ist, desto gleichmässiger und üppiger wird sich Blatt- und Wurzelkeim entwickeln.

Diese Entwicklung wird dadurch unterstützt, dass das Getreide einige Zeit im Stock lagert oder die gedroschene Frucht in nicht zu hohen Schichten aufgespeichert zum Zwecke des Nachreifens 6—7 Wochen auf Lager bleibt.

Die Keimfähigkeit wird dagegen durch folgende Umstände geschwächt oder aufgehoben:

1. Durch Verletzung der Hülse oder des Kornes, wie solche häufig bei Anwendung schlecht construirter Dreschmaschinen vorkommen. Körner, welche durch solche Maschinen zertheilt oder zerquetscht werden, saugen rasch Wasser auf, keimen nicht und geben dann Veranlassung zu Schimmel- und Fäulnissbildung.
2. Durch eine zu hohe Temperatur. Samen, welche einer Wärme über 36° R. ausgesetzt werden, verlieren ihre Keimfähigkeit, während dagegen trockene Gerste unbeschadet einer Kälte von 40° R. ausgesetzt werden kann.
3. Durch Einwirkung feuchter Luft. Dieser Uebelstand kann eintreten, wenn Getreide feucht geerntet wird und längere Zeit in der Scheuer lagerte, oder wenn gedroschenes etwas feuchtes Getreide auf dem Boden in grossen Haufen aufgespeichert wird. Das Korn leidet dadurch, dass die feuchte Luft allmählig einen Verwesungs- und Fäulnissprocess einleitet. Hauptsächlich wird der Embryo oder Keimling als zartester Bestandtheil des Kornes zuerst zerstört, dagegen kann unter Luftabschluss, die Keimfähigkeit der Samen Jahre lang erhalten bleiben.

Zu den äusseren Bedingungen des Keimens der Getreide zählt man die Einwirkung des Wassers, der Wärme und der Luft. Die nothwendige Wassermenge wurde bereits im vorhergegangenen Abschnitt besprochen und hauptsächlich hervorgehoben, dass eine zu grosse Wasserzufuhr die Keimfähigkeit der Körner beeinträchtige, indem der Zutritt der Luft resp. die Aufnahme von Sauerstoff erschwert wird. Die weitere Bedingung ist ein gewisser Grad von Wärme. Die Wärme beschleunigt im Allgemeinen alle Gährungs- und Vegetationsprocesse, sie muss desshalb nach Umständen gesteigert oder vermindert werden.

Die Keimbildung der Getreidearten erfordert die gewöhnliche Erdwärme, diese entspricht durchschnittlich einer Temperatur von 8—10° R. Die Temperatur welche man beim künstlichen Keimen des Getreides einzuhalten hat, soll nicht unter + 5° sinken und nicht über 16° R. steigen. Geht die Temperatur unter + 5° zurück, so verläuft der Wachsprocess zu langsam. Erhebt sich dagegen die Temperatur über 16° R., so verläuft die Keimbildung zu rasch und die gewünschte Umänderung der Substanz des Kornes wird nicht erreicht. Eine weitere äussere Bedingung ist der Zutritt der Luft, ohne diesen findet niemals eine Vegetation statt. Die Luft im Malzkeller muss öfters gewechselt und erneuert werden. Bei Vornahme der Ventilation muss dafür gesorgt werden, dass die Temperatur im Haufen nicht zu sehr herabgedrückt wird, und soll vor allen Dingen die Temperatur der zugeführten Luft nicht unter + 5° R. liegen.

In einem mit Stickstoff oder Kohlensäure gefüllten Raum, überhanpt überall, wo Mangel an Sauerstoff herrscht, hört jede Keimung auf.

Das Licht ist, wie schon auf S. 40 erwähnt wurde, zur Entwicklung des Blatt- und Wurzelkeimes nicht erforderlich. Die Keimung zum Zwecke der Malzbereitung vollzieht sich nach meinen Beobachtungen im ganz dunklen Raume am gleichmässigsten. Ein völlig dunkler Malztennenraum ist einem belichteten vorzuziehen, weil auf letzterem durch einseitig angebrachte Oeffnungen gemischtes Licht entsteht, wodurch die Keimung ungleichmässig erfolgt. Der Einfluss des Lichtes wurde von Dr. Schneider sehr sorgfältig studirt.*) Derselbe sagt: „Dem aufmerksamen Mälzer kann es nicht entgehen, dass durch solch gemischtes Licht sehr ungleichmässiges Malz entsteht, dass überall in den dunklen Ecken des Malzkellers die Wurzelkeimbildung stärker, die Blattkeimbildung schwächer erfolgt, als da, wo die Nähe der Lichtlöcher eine stärkere Beleuchtung bedingt. Daher ist in Malztennen sehr darauf zu sehen, dass die Kelleröffnungen gleichmässig vertheilt sind und dass durch dünne gusseiserne Gewölbeträger starke Beschattung verhütet werde.“

Muss künstliches Licht angewendet werden, so dienen als Beleuchtungsmaterial (Band I. S. 11) Talglichter. Petroleum und Leuchtgas sind zu vermeiden, ersteres wegen der Gefahr des Verschüttetwerdens, letzteres wegen des leichten Entweichens aus den Röhren, wodurch eine der Keimung nachtheilige Atmosphäre entsteht.

Einfluss der Keimung auf die Bestandtheile der Gerstensubstanz.

Im Allgemeinen zeigen die Samen der Getreidearten eine gewisse Uebereinstimmung in ihrer chemischen Zusammensetzung. Sie enthalten Stärkemehl, Dextrin, Pflanzeneiweiss, Kleberproteïnstoffe, Fette, Extraktivstoffe, Zellstoffe und mineralische Bestandtheile.

Die Umwandlung dieser Stoffe gestaltet sich folgendermassen:

Die Gesammtmenge der Eiweissstoffe verändert sich, die Menge der löslichen vermehren sich auf Kosten der unlöslichen, es bilden sich aus denselben: Diastase, Peptase, und unter dem Einfluss der Letzteren Peptone. Die Erstere setzt kleine Mengen Stärke in Dextrin und Zucker um. Das Stärkemehl und das Fett erleiden beträchtliche Verluste. Es tritt eine Vermehrung des Säuregehaltes ein.

Während sich diese verschiedenen Umwandlungen vollziehen, treten folgende Erscheinungen auf:

Mit dem Beginn der Keimung tritt eine Erwärmung ein, welche dadurch zu Stande kommt, dass ein Theil des Stärkemehls oxydirt, mithin gleichsam verbrannt wird. Bei diesem Vorgang bildet sich eine beträchtliche Menge Kohlensäure und Wasser. Diese Oxydation ist jedoch nicht die einzige Wärmequelle, sondern die Wärme rührt theilweise auch von der Verdichtung des eindringenden Wassers in die Zellen her. Nach vielseitig angestellten Versuchen und Beobachtungen fand Professor Mulder, dass von dem Stärkemehlgehalt der Gerste bis zur Vollendung des Wachsprocesses 15—18% an Stärke verloren gehen, was nahezn den 7. Theil des vorhandenen Stärkemehls ausmacht. Mulder hat weiter nachgewiesen, dass von diesem Verlust des Stärkemehls 2 Gewichtstheile zur Zuckerbildung dienen, während ein anderer Theil zur Bildung von Zellstoff, von Dextrin und zur Unterhaltung des Wachsprocesses verbraucht

*) Der Bierbrauer von G. E. Habich Neue Folge. IV. Band. 1873 S. 245 und 261.

wird. Verfolgt man den Hergang nach pflanzen-physiologischer Richtung weiter, so vollzieht sich die Auflösung der Stoffe von aussen nach innen. Das Stärkemehl wird durch eine kräftige langsame Entwicklung des Blatt- und Wurzelkeimes zum Theile in lösliche Stärke verwandelt.

Ein Theil der Eiweissstoffe wird löslich, ein anderer Theil durch die Wurzeln ausgeführt. Während der Keimbildung verbreiten sich die Proteïnsubstanzen in die Zellen des Blatt- und Wurzelkeimes und zeigen die in der Spitze befindlichen Partieen den stärksten Gehalt an Eiweissstoffen.

Die Ursache des zu Ende des Wachsprocesses auftretenden Geruches nach geschälten Aepfeln oder Gurken ist noch nicht ermittelt. Der Blattkeim schreitet während dieses Processes langsam vorwärts und hält in seiner Entwicklung gleichen Schritt mit der Wurzelbildung, wenn für die Niederhaltung der Temperatur im Haufen Sorge getragen wird. Geht die Temperatur über 16—18° R. hinaus, so wird die Wurzelbildung zu sehr beschleunigt und der Blattkeim bleibt zurück. Ein solches Malz liefert wenig Extrakt und dünnes, weingeistiges, weniger vollmundiges Bier.

Nach von Prof. Wagner gemachten Beobachtungen übt auf die Entwicklung des Wurzelkeimes ausser der Wärme hauptsächlich das Wasser einen Einfluss aus, während der Blattkeim zu seiner Entwicklung den Reiz aus der Luft nimmt.

Gorup-Besanez hat die Beobachtung gemacht dass während des Keimprocesses hauptsächlich das Glutin Fibrin angegriffen wird und dass sich aus demselben der grösste Theil der Diastase bilden soll. Gleichzeitig wird dabei das Glutin Fibrin mehr löslich, so dass es durch das Kochen der Dickmaische zum Theil in die Würze übergeht.

Die Veränderung des Geruches hängt mit den langsameren und stärkeren Entwicklungen des Blattkeimes zusammen. Der Geruch der Gerste wird durch die vollständige Umsetzung der Bestandtheile verändert. Je besser das Malz aufgelöst ist, desto mehr steht der Geruch der Gerste dem Geruch des daraus gewonnenen Malzes fern.

Es bilden sich während des Wachsprocesses ausser Dextrin, etwas Zucker und Zellstoff noch verschiedene Säuren. Lermer untersuchte die Malzkeime und fand 11 verschiedene Säuren und 9 sogen. indifferente Stoffe darin. Apfelsäure, Ameisensäure, Asparaginsäure, Bernsteinsäure, Citronensäure, Essigsäure, Fettsäure, eisengrüne Gerbsäure, Milchsäure, Oxalsäure, Propionsäure.

Indifferente Stoffe: (solche die weder den Charakter eines Salzes noch einer Säure haben) Asparagin, Bitterstoff, Cholesterin, Grüner Farbstoff, fettes Oel, Gummi, Harz, Wachs, Zucker.

Von der Arbeit im Malzkeller.

Die gequellte Gerste wird 6—12 Stunden nach dem Ablassen des letzten Weichwassers in den gut gereinigten Malzkeller gebracht. (Band I S. 11). Zur Vertheilung der Gerste auf die Tennenfläche bedient man sich am Besten der Kippwagen (Band I Seite 70.)

Bei dieser Arbeit hat man darauf zu sehen, dass das Zertreten der Körner so viel wie möglich vermieden wird. Tragen von Filzschuhen und fleissiger Gebrauch der Besen ist hier sehr zu empfehlen.

Die gequellte Frucht wird zum Zwecke der Keimung auf verschiedene Weise behandelt. Man unterscheidet die Führung des Wachsprocesses auf warmen und auf kalten Schweiss. Bei ersterer Methode werden im höchsten Stadium der Wurzelbildung höhere Temperaturen (18—24° R.) eingehalten, bei letzterer niederere Temperatur (12—16° R.)

Dem Führen des Wachsprocesses auf kalten Schweiss ist der Vorzug einzuräumen, weil bei Anwendung dieser Methode weniger Substanzverlust entsteht, sich weniger Säuren bilden und eine vollkommene Auflösung der Kornsubstanz erreicht wird.

Von dieser Methode soll man nur dann abweichen, wenn die Beschaffenheit der Gerste eine stärkere Entwicklung der Wurzelkeime zur vollständigen Auflösung der Grünmalzsubstanz erfordert, wozu eine höhere Temperatur und mehr Weiche nöthig ist.

Gerste, welche in Folge eines zu hohen Eiweissstoffgehaltes einen speckigen Inhalt besitzt, wird sich auch bei dieser Behandlung nur ungenügend auflösen.

In Bayern und ganz speziell in München weicht man ziemlich stark (S. 92) und sieht, ohne Rücksicht auf die Beschaffenheit des Gerstenmehlkörpers, auf eine sehr starke und lange Wurzelentwicklung. Die Temperatur steigt im höchsten Stadium der Wurzelbildung auf 17 — 18° R. Ein auf solche Weise behandeltes Gerstenkorn liefert bei vorsichtigem Darren ein sehr mürbes Malz, welches sich beim Maischen leicht auflöst und sehr viel Extrakt liefert. Man ist allgemein der Meinung, dass der Charakter des Münchener Bieres von der stärkeren Entwicklung der Wurzelkeime abzuleiten ist.

In England und in den Wiener Mälzereien gibt man weniger Weiche (S. 92) und hält während des Keimens mehr auf eine niedere Temperatur, man führt hier den Wachsprozess auf kalten Schweiss. Während man in den Münchener Mälzereien innerhalb einer 8—9-tägigen Keimzeit die Auflösung des Kornes herbeizuführen sucht, erreicht man in Wien das gleiche Ziel innerhalb 10—12 Tagen und in England wird zum gleichen Zwecke eine 14tägige Keimzeit eingehalten.

Das Grundprincip einer rationellen Malzbereitung bleibt: Mässige Quellung, Dünnführen der Haufen und Niederhalten der Temperatur in denselben (12—16° R), wodurch das Korn die zum Wachsthum des Blatt- und Wurzelkeimes nöthige Feuchtigkeit behält und sich Letztere langsam und kräftig bei Führung auf kalten Schweiss entwickeln können. Die Vegetation wird gewöhnlich dann unterbrochen, wenn der Blattkeim 7—8 Zehntel und die Wurzelkeime die anderthalb fache Länge des Kornes erreicht haben, womit die Auflösung der Mehlkörper verbunden sein muss; bei Führung auf warmen Schweiss sieht man auf eine stärkere und längere Wurzelbildung. Eine gute Auflösung ist dann erreicht, wenn der Inhalt des Grünmalzes weiss ist und sich zwischen den Fingern wie Mehl zerreiben lässt. Dieser Zustand kann übrigens eintreten, bevor sich der Blattkeim in besagter Länge entwickelt hat.

Die Ansicht Habich's dass die Auflösung des Mehlkörpers nur soweit vor sich geht, als derselbe vom Blattkeim bestrichen ist, trifft nicht für alle Fälle zu; so findet man häufig bei Führung des Wachsprocesses auf warmen Schweiss, dass, wenn die Wurzel kräftig und lang genug entwickelt war, die Auflösung des Mehlkörpers eingetreten ist, während der Blattkeim nur die halbe Länge des Kornes erreicht hatte.

Dass auch der nicht vom Blattkeime bestrichene Theil des Mehlkörpers bei gleich langer Maischdauer gleiche Mengen Extrakt liefert, beweisen nachstehende Untersuchungen. *)

Das Darrmalz war von lichter Farbe und untadelhafter Beschaffenheit; der Blattkeim hatte sich innerhalb einer Mälzungszeit von 8 Tagen bei langer Wurzelbildung bis zur Hälfte der Länge des Kornes entwickelt. Von diesem Malze wurde eine bestimmte, zu einem solchen Versuche erforderliche Menge, mit äusserster Sorgfalt, die hauptsächlich darauf gerichtet war, den Mehlkörper unverletzt zu lassen, von der Hülse befreit. Der enthülste Mehlkörper wurde nun in der Weise getheilt, dass man den vom Blattkeim nicht bestrichenen Theil abtrennte und von diesem Material sowohl, als auch von dem vom Blattkeim bestrichenen, gleiche Gewichtstheile sammelte und jeden Theil unter Einhaltung gleicher Maischmethoden und Maischdauer für sich einmaischte, wobei folgende Resultate erzielt wurden:

Der vom Blattkeim nicht bestrichene Theil lieferte 84,68% Extrakt, davon trafen auf den Zucker 37,366% und auf das Dextrin 39,253 %.

Der vom Blattkeim nicht bestrichene Theil lieferte 83,98% Extrakt, davon trafen auf den Zucker 33,863% und auf das Dextrin 43,400%

Aus diesen Versuchen, sowie aus den in der Praxis gemachten Beobachtungen geht hervor, dass nicht die Länge des Blattkeimes allein für die Erreichung einer guten Auflösung massgebend ist, sondern mehr die langsame Entwicklung desselben und die Art seiner Ernährung. Je langsamer sich derselbe entwickelt und je mehr er sich von der Substanz des Korninhaltes ernährt, desto vollkommener wird die Auflösung auch bei kurzer Blatt- und Wurzelkeimbildung erreicht.

Erfolgt die Entwicklung dieser Keime unter dem Einflusse grösserer Wassermengen und hoher Temperatur (20—24° R.) so tritt trotz längeren Gewächses derselben die Auflösung nur sehr unvollkommen ein, und sind erstere Factoren meist die Ursache, dass der Blattkeim aus der Hülse hervorbricht, wodurch der Extraktgehalt des

*) Michel's Versuchsstation Bd. II. S. 59—64 1875.

Malzes vermindert und die Haltbarkeit des daraus erzeugten Bieres nachtheilig beeinflusst wird.

Da die Beschaffenheit der Gerste sehr verschieden und die Temperatur und die Luft in den Malztennen nicht überall und immer die gleiche ist, so ist es nicht möglich, für alle Fälle geltende Vorschriften zur Herstellung eines vorzüglichen Grünmalzes zu geben und sollen desshalb im Nachstehenden nur einige in der Praxis bewährte Methoden beschrieben werden, nach welchen eine möglichst gute Auflösung des Mehlkörpers erreicht werden kann. Diese Vorschriften können jedoch nur solchen Leuten dienen, welche die Vorgänge der Keimung im Malzkeller gesehen und das Haufenwenden praktisch erlernt haben.

Allgemeine Regeln.

Die aus der Weiche genommene Gerste wird, gleichviel ob der Wachsprocess auf kalten oder warmen Schweiss geführt werden soll, wenn sie alles äusserlich anhängende Wasser schon aufgesogen hat (oder zum Zwecke des Nachweichens) im Malzkeller circa 30 Centimeter hoch aufgeschüttet. Ist die Gerste zu stark geweicht, so wird sie im Malzkeller gleich sehr dünn ausgebreitet und innerhalb 24 Stunden einigemale gewendet bis sie äusserlich abgetrocknet ist. Nun wird die Gerste auf ein höheres Beet zusammengesetzt. Die Höhe desselben ist von der Temperatur des Kellers abhängig und kann 20—40 Ctm. betragen. Der so geebnete Haufen wird Nasshaufen genannt; derselbe muss gleichmässig geebnet sein und kommt in die Mitte des Tennenraumes zu liegen. Erfordert der Haufen mit dem Fortschreiten des Keimens mehr Raum, so ist darauf zu sehen, dass derselbe so viel wie möglich von den Seitenwänden des Kellers entfernt liegt. Wird der Malzkeller so ausgenützt, dass diese Regel umgangen werden muss, so thut man gut, die Wände mit hartem Holz zu verkleiden.

Der Haufen soll in den äusseren Schichten etwas dicker liegen wie im Innern Vor dem Wenden wird der Haufen ringsum aufgestochen wobei die Körner der äusseren Schichten gegen die Mitte des Haufens geworfen werden. Das Wenden des Haufens geschieht auf 2 oder 3 Stiche. Diese Arbeit ist mit aller Sorgfalt zu vollziehen und hat man reine Gasse zu halten, damit das Zertreten der Körner möglichst vermieden wird. Wird auf zwei Stiche gewendet, so nimmt man mit dem ersten Stich zwei Drittel von der Stärke des Haufens und wirft ihn kurz, während man mit dem zweiten Stich den Rest möglichst sauber vom Boden nimmt und luftig über den ersten Stich hinfliegen lässt.

Wird auf drei Stiche gearbeitet, so wird der erste und letzte Antheil der Haufenstärke kurz geworfen, während der zweite so über die umgearbeitete Fläche geworfen wird, dass derselbe, weil er wärmer ist, auf die Oberfläche des Haufens zu liegen kommt.

Hiebei wird wiederholt bemerkt, dass gerade über die Ausführung dieser Arbeit am wenigsten Vorschriften gegeben werden können, weil dieselbe nur durch praktische Anleitung und viele Uebung erlernt werden kann.

Eine vielfach angewendete Methode ist:

Die Führung des Wachsprocesses auf kalten Schweiss.

Nach erreichter Quellreife wird die Gerste in dem Malzkeller, wenn die Temperatur in demselben 8—10° R. beträgt, 20 Centimeter hoch gelegt; bei niederer Temperatur

bis zu 30 Centimeter oder entsprechend höher, Morgens und Abends auf zwei Stiche regelmässig gewendet, bis der Wachsprocess beginnt (Aeugeln). Von da an wird das Wenden, je nach lebhafter Entwicklung der Wurzelkeime (Gabeln) und nach dem Zustande des Schweisses innerhalb 5—8 Stunden einmal vorgenommen. *)

Mit der weiteren Entwicklung des Blatt- und Wurzelkeimes findet eine Erwärmung statt; um eine zu hohe Steigerung der Temperatur und die damit verursachte zu rasche Keimung zu verhüten, wird der Haufen mit Beginn dieser Erwärmung bei jedem Wenden dünner gelegt. Sind die Wurzeln zur halben Länge des Kornes entwickelt (Junghaufen) und zeigt der Haufen bei einer Temperatur von 12° R. nach längerem Liegen (12—15 Stunden) nur wenig Schweiss, so wird derselbe begossen (man verwendet für 1 hl. Gerste 1 Liter Wasser), dann umgearbeitet und circa 12 Centimeter hoch gelegt. Nun bleibt der Haufen liegen, bis die Temperatur in demselben auf 14 höchstens 16° R. steigt, diese Temperatur tritt je nach dem rascheren oder langsameren Fortschreiten der Vegetation innerhalb 12—18 Stunden ein, wobei reichliche Schweissbildung erfolgt.

Die Gegenwart des Schweisses ist zu erkennen, wenn man mit der flachen Hand über die Oberfläche des Haufens streicht und dieselbe dabei befeuchtet wird. Bei näherer Besichtigung des Haufens sind an den einzelnen Körnern Wassertropfen bemerklich. Manche Mälzer legen gewöhnlich nach dem Wenden des Haufens die Schaufel flach auf denselben und bemessen den Zustand des Schweisses nach dem Feuchtigkeitszustand derjenigen Seite der Schaufel, welche dem Malzhaufen zugekehrt ist. Ist nach Ablauf dieser Zeit und bei Eintritt der Temperatur von 14—16° R. reichlicher Schweiss vorhanden, womit eine weitere Entwicklung von Blatt- und Wurzelkeime verbunden ist, so wird der Haufen wieder gewendet. Ist bei Eintritt von 16° R. noch Mangel an Schweiss, so wartet man noch einige Stunden mit dem Wenden. Steigert sich nach Ablauf dieser Zeit die Temperatur ohne merkliche Schweissvermehrung, so wird der Haufen nochmals mit Wasser begossen, während des Wendens das Malz in dünnen Schichten durch die Luft geworfen und die Kellerventilation etwas geöffnet, um eine Abkühlung der Körner zu bewirken. Durch das Begiessen mit Wasser wird die Vegetation wieder beginnen und tritt dann sicher im Verlauf von weiteren 12—15 Stunden der erforderliche Schweiss ein.

Wird der Wachsprocess auf die vorgeschriebene Weise geführt, so entwickelt sich die Wurzel bis zur anderthalbfachen Länge des Kornes, ist buschig und hat ein ge-

---

*) In diesem Stadium hat man hauptsächlich darauf zu sehen, dass sich die Temperatur nicht über 12° R. erhebt. Hohe Temperatur zu Anfang der Keimung (Junghaufen), welche durch zu langes Liegenlassen eintritt, sei es aus Unkenntniss oder Nachlässigkeit, hat stets den Nachtheil, dass die bei höherer Temperatur zu rasch gewachsenen, sehr langen, dünnen Wurzelkeime wenn die Körner durch luftiges Wenden abgekühlt werden, welk werden und vertrocknen, welcher Zustand mit „ausser Schweiss arbeiten" bezeichnet wird.

Sind die Wurzeln in diesen Zustand übergetreten, so glaubt mancher Mälzer, es könne durch Anfeuchten des Haufens das Versehen wieder gut gemacht werden. Obwohl ein Begiessen des Haufens zur rechten Zeit als nützlich empfohlen werden kann, so ist es doch in diesem Falle nicht nur erfolglos, sondern geradezu schädlich, da durch Zuführen von Wasser nur der weniger gegen äussere Einflüsse empfindliche Blattkeim weiter wächst, während die Wurzeln zu faulen beginnen. Ein durch solches Versehen in Unordnung gerathener Haufen liefert ein mangelhaftes Product.

kräuseltes Aussehen. Ist mit dem Vorschreiten der Wurzeln bis zu genannter Länge die Auflösung noch nicht genügend eingetreten, so weicht man von dem Führen des Wachsprocesses auf kalten Schweiss etwas ab und lässt den Haufen länger wie 12—15 Stunden liegen, damit durch weitere Entwicklung des Blatt- und Wurzelkeimes die erforderliche Auflösung erreicht wird. Durch längeres Liegen tritt dann die sogenannte „Filzmalz-“Bildung ein, welche Bezeichnung daraus abgeleitet wird, dass die Wurzeln der meisten Körner in einander verwachsen sind, wodurch der ganze Haufen eine filzige Masse bildet. Ist dieser Zustand eingetreten, so ist beim Wenden hauptsächlich darauf zu sehen, dass die Körner so viel wie möglich von einander getrennt werden; am Besten wird diess mit der Schaufelecke, mit dem Schaufelstiel und mit einem Rechen erreicht. Bleiben mehrere Körner in filzähnlichen Fleckchen oder Bällchen mit einander verwachsen, so wächst meist der Blattkeim aus der Hülse heraus, wodurch der Inhalt dieser Körner aufgezehrt und die Güte des Malzes beeinträchtigt wird.

Die Führung des Wachsprocesses auf warmen Schweiss.

Diese Methode besteht darin, dass man den Haufen mit Beginn der Wurzelentwicklung nicht von einem Wenden zum andern dünner legt, sondern dass man, falls er zu Anfang niedergelegen hat, höher legt, zusammensetzt und auf 3 Stiche arbeitet, oder man legt den Haufen gleich Anfangs 12 Centimeter hoch und beschränkt den Haufen auf den Raum, welchen derselbe bei dieser Höhe als Nasshaufen eingenommen hat, so dass die Höhe des Haufens durch die Keimbildung von selbst steigt.

Bei Einhaltung dieser Methode wird die grösstmöglichste Quellreife zugelassen und auf reichliche Schweissbildung gesehen. Die Temperatur steigt in dem letzten Stadium der Keimung auf 20—24° R. Es wird auf eine sehr lange Entwicklung der Wurzelkeime gesehen und der Zustand der Blattkeimbildung nicht berücksichtigt, so dass derselbe, wenn die Auflösung eingetreten ist, bei vielen Körnern nur zur halben Länge des Kornes entwickelt ist.

Aussergewöhnliche Behandlung der Gerste während des Keimens.

Um Zeit zu sparen, trifft man die Anordnung, dass die Quellreife des nachfolgenden Haufens immer 24 Stunden früher eintritt, bevor der alte Haufen gezogen wird; manche benützen sogar einen kleinen Theil der Malztennenfläche als Nachweiche und bringen die gequellte Gerste, nachdem sie bereits 24 Stunden ohne Wasser in der Weiche gelegen hat, in den Malzkeller, so dass die Körner bereits zu äugeln beginnen, wenn das Grünmalz des Althaufens auf die Schwelke gebracht wird. Von dem Zeitpunkt der beginnenden Wurzelbildung wird der Haufen mit dem jedesmaligen Wenden dünner gelegt und dann wie gewöhnlich behandelt. Selbstverständlich bleibt immer ein entsprechender Theil der Malzkeller für den nächsten Haufen als Nachweiche reservirt. Bei dieser Behandlungsweise erhält man stets den 5. oder 6. Tag ein vollständig gut aufgelöstes Malz.

Mälzungsverfahren für ungarische Gerste.

Es ist in der Praxis vielmals die Erfahrung gemacht worden, dass sich zuweilen eine Gerstensorte im Malzkeller leicht erwärmt und die Wurzel rasch hervorschiessen lässt. Zu diesen Gerstensorten zählt man namentlich die ungarische weisse Gerste, wenn sie aussergewöhnlich hart, glasig, weniger bauchig und mehr lang geformt ist.

Diese Beschaffenheit soll die Gerste dann erhalten, wenn sie in Folge grosser Hitze vor eingetretener Reife auf dem Halm rasch trocknet und hart wird, so dass sie unreif eingeerntet werden muss. Um aus solcher Gerste ein gutes Malz zu erzielen, ist die grösste Aufmerksamkeit erforderlich. Man legt dieselbe nach erreichter Quellreife im Malzkeller, um einer Erwärmung vorzubeugen, ziemlich dünn, etwa 7—8 ctm. hoch, und wendet den Haufen Morgens und Abends bis zum Beginn des Wurzelausbruches. Zeigt die Wurzel eine zu rasche Entwicklung, so ist ein Begiessen mit kochsalzhaltigem Wasser zu empfehlen, da Kochsalzlösung die Wurzelbildung verlangsamt. (S. 87).

Von dieser Zeit an muss der Schweiss und die Temperatur genau beobachtet werden und sind zu Anfang der Wurzelbildung alle Regeln zur Führung auf kalten Schweiss einzuhalten und wird zur vollständigen Auflösung die Filzmalzbildung angestrebt.

Behandlung einer Gerstensorte von geringer Qualität.

Zuweilen ist man durch die Geschäftsverhältnisse gezwungen, eine aussergewöhnlich geringe Gerstensorte mälzen zu müssen; eine solche Gerste darf vor Allem nur wenig geweicht werden, wird sehr dünn gelegt und kühl geführt. Mit dem Beginn der Wurzelbildung wendet man den Haufen regelmässig alle 8 Stunden. Die Temperatur darf nicht über 12° R. hinausgelassen werden und bei mangelhaftem Schweiss begiesst man den Haufen vor dem Wenden mit Wasser. Hier werden alle Regeln der Wiener Mälzerei eingehalten.

Behandlung der Gerste, welche längere Zeit im Regen gelegen und deren Körner zum Theil schon auf dem Felde keimten.

Man giebt viel Wasser mit möglichst niederer Temperatur in den Quellstock und rührt während des Einlassens der Gerste fleissig durch, damit die schon gekeimten Körner an die Oberfläche kommen; diese werden sofort nach dem Einquellen abgehoben. Das Weichwasser wird öfters erneuert (Seite 70) und die Quellung dann unterbrochen, wenn die mit mehr Wassergehalt zur Quellung gelangten Körner quellreif sind, während die übrigen Körner, welche beim Einquellen einen geringeren Wassergehalt besassen, noch hart sein können. Man bringt die gequellte Gerste zum Zwecke des Nachweichens auf hohe Haufen (25—35 ctm.).

Ist die Nachweiche vollendet, so wird die Gerste wie sonst behandelt. Trotz aller Sorgfalt werden sich aber die Wurzelkeime sehr ungleichmässig entwickeln und ein grosser Theil der Körner wird gar nicht keimen.

Ist der Wachsprocess vollendet, so empfiehlt es sich, das Grünmalz, ähnlich wie man den Sand mittelst Wurfsieb vom Kies befreit, die gewachsenen Körner von den ungekeimten und weniger gekeimten zu trennen. Die weniger gewachsenen oder gar nicht gekeimten Körner lässt man im Malzkeller und setzt sie zur Nachkeimung auf ein circa 10—12 ctm. hohes Beet, während man die gewachsenen Körner auf die Schwelke oder Darre gibt.

Die in ein Beet vereinigten Körner lässt man längere Zeit liegen und sieht jeweilig nach, ob ein Keimen derselben stattfindet und wie sich die Temperatursteigerung gestaltet. Findet ein Fortschreiten der Keimung ohne rasche Erwärmung des Haufens statt, so lässt man den Haufen so lange liegen, bis Filzmalzbildung eingetreten ist, trennt dann in schon früher beschriebener Weise die durch die Wurzelkeime mit einander verwachsenen Körner und entfernt wieder mittelst Wurfsieb die gekeimten Körner

von den ungekeimten. Letztere dienen als Viehfutter, während erstere ohne Nachtheil zur Farbmalzbereitung verwendet werden können. Findet nur Erwärmung und keine Keimung statt, so muss die gesammte nicht gekeimte Frucht zu Viehfutter verwendet werden.

Schimmelbildung.

Wie schon auf Seite 5 erwähnt wurde, erfordern die Schimmelpilze zu ihrer Existenz ein organisches Substrat, sie ernähren sich und gedeihen da am besten, wo das Leben höherer organisirter Gewebe aufhört, auf Pflanzentheilen, deren organisches Gewebe zerrissen oder sonst verletzt ist. Am deutlichsten kann dies wahrgenommen werden bei zertretenem Grünmalz oder bei halben Körnern und solchen die nicht keimten.

Der Schimmelpilz verzehrt verschiedene organische Säuren, wozu Gerbsäure, Weinsäure und die freien Säuren des Grünmalzes zu rechnen sind. Wärme und Feuchtigkeit befördern die Schimmelbildung, des Lichtes bedürfen die Schimmelpilze nicht, weil sie ohne Chlorophyllbildung wachsen; dagegen können sie sich nicht entwickeln, wenn Sauerstoffzutritt ausgeschlossen ist.

Alle Bedingungen zur Schimmelbildung sind in den Malzkellerräumen geboten und ist es nicht zu verwundern, dass die Schimmelpilze dort am meisten auftreten.

Malz, Würze und Bier besitzen einen gewissen Gehalt an freien Säuren. Ein Grünmalz, auf welchem viel Schimmel gewachsen ist, hat einen grossen Theil dieser Säuren eingebüsst. Die aus diesem Malz erzeugte Würze liefert ein Bier von geringer Haltbarkeit, weil es seines geringen Säuregehaltes wegen den Spaltpilzen (Seite 21) einen geeigneten Boden zu ihrer Entwicklung bietet. Das Bier wird in kurzer Zeit milchsauer.

Ein weiterer Nachtheil besteht noch darin, dass er, wenn der Schimmel sehr überhand nimmt, die Verwesung nützlicher Grünmalzbestandtheile fördert, eine bittere Substanz erzeugt und dem Malz einen dumpfen Geruch und Geschmack ertheilt, der sich auf das Bier überträgt.

Zur Verhinderung der Schimmelbildung werden verschiedene Mittel angewendet.

Vor Allem müssen die Kellerwände trocken und das Pflaster aus compactem Material verfertigt sein; zu verwerfen sind poröse Ziegelsteine, dieselben bilden den besten Heerd für die Schimmelbildung. Es empfiehlt sich hier fleissiges Waschen der Malztennenfläche und Begiessen mit Kalkmilch, Verbrennen von Schwefel oder noch besser Schwefelkohlenstoff in irdenen Gefässen (flache Thonschüsseln). Die durch letztere Operation erzeugte schweflige Säure verhindert die Schimmelbildung und macht die Wände trocken. Werden solche Mittel angewendet, so sind sämmtliche Kelleröffnungen, Luft- und Lichtschachte zu verschliessen und müssen die Einwirkungen dieser Mittel einige Tage fortgesetzt werden, wenn der Zweck erreicht werden soll.

Zur Verhinderung des Anschimmelns halber oder zertretener Körner oder solcher welche gar nicht keimten empfiehlt Dr. Fr. von Heyden dem letzten Weichwasser für jeden Hectoliter Gerste 1 Gramm Salicylsäure zuzusetzen. Thausing hat die

gegentheiligen Beobachtungen gemacht*). Salicylsäure mag wohl der Bildung der Spaltpilze hinderlich sein, für Schimmelpilze ist sie allerdings ein schlechter Ernährer (S. 19) woraus aber nicht folgt, dass ihre Entstehung durch Salicylsäure verhindert wird.

Begiessen des Grünmalzes vor dem Haufenziehen mit doppelschwefligsaurer Kalklösung würde sich zur Verhinderung des Schimmels auf der Schwelke wohl besser empfehlen, doch müssen auch hierüber erst Versuche angestellt werden.

Vom Schwelken des Grünmalzes.

Wenn das Grünmalz als tadelloses Produkt vom Malzkeller auf die Schwelke gebracht wird, so soll es einen mehligen, leicht zerreiblichen Inhalt besitzen und einen angenehmen Geruch nach geschälten Aepfeln oder Gurken verbreiten. Dieser Geruch verliert sich jedoch sehr rasch, weil mit dem Abwelken der Wurzeln Schimmelbildung und Fäulnissprocess ihren Anfang nehmen. Aus diesem Grunde muss das Grünmalz, wenn es geschwelkt werden soll, auf luftigen Räumen, wie solche im Band I Seite 11 näher beschrieben sind, sehr dünn ausgebreitet und öfters luftig gewendet werden, damit es rasch so viel abtrocknet, dass die Schimmelbildung und sonstige Fäulnissprocesse nicht mehr stattfinden können.

So sehr das Schwelken des Grünmalzes zu empfehlen ist, einerseits, wegen Feuermaterialersparniss, anderseits weil vorgetrocknetes Malz sich ohne Gefahr der Kleisterbildung leichter darren lässt, so muss doch auf die Nachtheile, welche das Schwelken des Malzes mit sich bringen kann, aufmerksam gemacht werden, denn das beste Grünmalz kann durch nachlässige Behandlung auf der Schwelke verdorben werden. Nachtheilig wird das Grünmalz beeinflusst, wenn es auf der Schwelke zu dick liegt und wenn dieser Raum nicht luftig genug ist, das Malz sich stark erwärmt und schädliche Zersetzungen erfährt, wodurch der Geschmack und die Haltbarkeit des Bieres nachtheilig beeinflusst werden.

Brauereien und Mälzereien, welche mehrere Tennen zur Verfügung haben, schwelken das Malz nur ganz kurze Zeit und treffen so viel wie möglich die Einrichtung, dass das Grünmalz direkt vom Malzkeller auf die obere Darrhorde gebracht werden kann. Diese Anordnung ist sehr zu empfehlen, weil die obere Darre den Zweck des Schwelkens jedenfalls besser erfüllt, als ein ungeeigneter von Luft und Licht abgeschlossener Schwelkraum.

---

*) Thausing, Theorie und Praxis der Malzbereitung & Bierfabrikation, Leipzig 1882 II. Aufl. S. 312.

Theorie des Darrprocesses.

Das Darren des Malzes ist eine der wichtigsten Arbeiten, es hängt davon der Charakter und die Güte des Bieres ab. Ungleich und zu rasch abgedarrtes Malz, Anwendung zu niederer und zu hoher Temperatur in ungeeigneter Zeit, geben Veranlassung zu abnormen Gährungserscheinungen und den damit verbundenen Uebelständen: Ausarten der Hefe, hoher Vergährungsgrad, unvollkommene Klärung und geringe Haltbarkeit des Bieres.

Der Process des Darrens theilt sich in 3 Processe: In einen Trocken-, einen Darr- und in einen Röstprocess. Bevor der Röstprocess herbeigeführt wird, ist der grösste Theil des Wassergehaltes durch den Trockenprocess bei möglichst niederer Temperatur und unter Anwendung von viel Luft zu entfernen. Soll das Malz nur getrocknet und gedarrt werden, so dienen dazu am zweckmässigsten Luftheizungsdarren mit stehendem Röhrensystem. (Band I S. 17) Diese Construktion gestattet ein Darren des Malzes bis zu den höchsten Temperaturen, 70°R. und darüber, ohne Bildung von Röstproducten.

Soll das Malz gedarrt und geröstet werden, so dienen hiezu sogenannte „Englische Darren“ oder noch besser die sogen. „Schlauchdarren“, bei welchen beide Systeme zweckmässig mit einander vereinigt sind. (Band. I S. 14).

Durch eine solche Combination kann man nach Gutdünken erwärmte Luft d. i. viel Luft mit wenig Wärme, oder strahlende Wärme, d. i. wenig Luft und viel Wärme zur Anwendung bringen und das Malz beliebig darren oder rösten.

Abgesehen davon, ob das Malz nur getrocknet und gedarrt werden soll, oder ob auch der dritte Prozess des Röstens durchgeführt wird, hat man in erster Linie die Beschaffenheit und die Zusammensetzung des Grünmalzes zu berücksichtigen. Je mehr Wasser das Grünmalz enthält, je weniger gut dasselbe aufgelöst ist, je grösser der Eiweissstoffgehalt, je dicker die Hülse ist, desto langsamer und sorgfältiger muss der Trockenprozess durchgeführt werden, denn das Grünmalz soll ohne Kleisterbildung und ohne wesentliche Verringerung der zuckerbildenden Kraft bis auf einen mässigen Procentsatz vom Wasser befreit werden. Dieses Ziel erreicht man, wenn man viel Luft bei niederer Temperatur (25—30°R.) durch das Malz treibt. Ist das Malz lufttrocken gemacht, so schliesst man, je nachdem der Röstprozess oder nur der Darrprozess durchgeführt werden soll, die kalten Züge mehr oder weniger ab und lässt Wärme mit weniger Luft (strahlende Wärme) oder Wärme mit mehr Luft (erwärmte Luft) durch das Malz ziehen.

Je nachdem man die eine oder die andere Anordnung trifft, werden die letzten Partieen Wasser, welche ohnehin schwierig und erst bei anhaltend höherer Temperatur zu entfernen sind, eine wesentliche Umänderung der Malzsubstanz hervorrufen: Spaltung der Albuminate unter Bildung von Peptonen und Entstehung vonRöstproducten etc. Ueber-

haupt vollziehen sich während des Darrens des Malzes verschiedene Prozesse über welche man sich noch nicht vollständig klar ist.

Schon Mulder hat die Beobachtung gemacht, dass sich bei einer Temperatur von 40—45°R. im feuchten Malz ein Körper bildet, der beim Maischprozess in Lösung geht, sich bräunt und die Farbe der Würze und des Bieres beeinflusst. Dieser Vorgang ist sehr nachtheilig bei Herstellung von blassem Bier. Da die Bräunung dieses Körpers nur in Gegenwart von Wasser stattfindet, so hat man beim Darren des Malzes für solches Bier hauptsächlich darauf zu sehen, dass die Temperatur im feuchten Malz nicht über 30°R. steigt.

Die Natur dieses die Bräunung verursachenden Körpers ist noch nicht vollständig festgestellt. Mulder schreibt sie dem aus Glucinsäure sich bildenden dunkeln Körper der Apoglucinsäure zu.

Nach Habich sollen es gebräunte Eiweissstoffe sein, nach Anderen sind es stickstoffhaltige, noch nicht näher untersuchte Extractivstoffe, welche begierig Sauerstoff aus der Luft aufnehmen und sich bräunen, ähnlich dem Extractivstoffe, welcher in Schwämmen enthalten ist, und jenen, welchen Reischauer aus den grünen Nussschalen in orangefarbenen Crystallen isolirt hat. Letztere Ansicht hat viel Wahrscheinliches für sich, zumal ja die meisten Pflanzensäfte sich bei niederer und höherer Temperatur unter Luftzutritt bräunen. Eine Bräunung des Weichwassers, der Würze und des Bieres kann man vielmals wahrnehmen, besonders gehört es nicht zu den Seltenheiten, dass die Würze beim Stehenlassen in der Pfanne oder auch noch auf dem Kühlschiff dunkler wird.

Mit Eintritt einer höheren Temperatur (50—60°R.) verliert sich der einem bei niederer Temperatur getrockneten Malz noch anhängende rohe, mehr bittere Geschmack, er wird durch einen süsslichen, schwach brenzlichen ersetzt, wobei zugleich das allgemein bekannte Malzaroma auftritt.

Eine weitere Veränderung der Farbe tritt ein, durch Bildung von Röstprodukten. Dieser Prozess ist höchst wichtig für die Herstellung von Malz zu bayrischem Bier. (S. 92).

Gleich wie die Bräunung des Malzes aus zweierlei Ursachen entsteht, hat man auch zweierlei Gründe für die Entstehung des Aromas aufgeführt. Das gewöhnliche sehr liebliche Malzaroma welches schon bei 50—60°R. aber nur bei sehr gut aufgelöstem Malz eintritt (schlecht und unvollkommen aufgelöstes Malz verbreitet in diesem Stadium des Darrens einen Geruch nach roher Gerste), ist sehr verschieden von dem Geruch, welcher bei Entstehung von Röstproducten bei höherer Temperatur (70—80°R.) eintritt; letzterer ist mehr brenzlich und erinnert an den Geruch eines frischgebackenen Brodes mit stark brauner Rinde, während ersterer eine Aehnlichkeit hat, mit dem Geruch, der sich während des Kochens der Dickmaische verbreitet.

Prozesse, welche sich zwischen der Temperatur von 50—60°R. unter Abschluss der kalten Züge vollziehen, werden ebenfalls als Röstprocesse bezeichnet und bin ich mit Thausing *) der Ansicht, dass dieser Ausdruck nicht ganz passend ist, weil ein eigentliches Rösten des Malzes, wie dies beim Farbmalz und beim Rösten des Caffee's angewendet wird, ein völliges Braunwerden der Körner nicht eintritt, überhaupt nicht eintreten darf. Die Bräunung des Malzes in letzterem Sinne rührt, wie es leicht

*) Thausing, Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation 1882 II. Auflage S. 345.

einzusehen ist, von der Bildung des Röstgummi's, von Assamar und Caramel her. Je mehr ein Malz solche Producte enthält, um so weniger Extrakt liefert dasselbe. Ein Darren des Malzes bei so hoher Temperatur durch welche sich diese Producte bilden, ist nicht zu empfehlen und wird man zur Vermeidung von Substanzverlust und wegen Schädigung der verzuckernden Kraft (Diastase) vortheilhafter, wo man ein mehr dunkles Bier liebt, zwar das Malz gut ausdarren, aber die erforderliche Farbe des Bieres durch Farbmalzzusatz bestimmen. Dass dunkel gedarrtes Malz weniger Extrakt wie blass gedarrtes liefert, ist allgemein bekannt.

Antonin Prandtl und Hans von der Planitz *) fanden den Extraktgehalt eines blass gedarrten Malzes mit 64,6%, den eines stark gedarrten mit 61,5%.

Untersuchungen und Beobachtungen **) über die im Malz vorgehenden Veränderungen auf einer achthordigen Jalousiendarre, durchgeführt von Dr. Ph. Andreae, Lehrer an der Brauerschule von Carl Michel in Göggingen bei Augsburg, und Wilhelm Anselm, ***) führten zum gleichen Resultat.

In nachstehender Tabelle sind die Resultate dieser Untersuchungen übersichtlich zusammengestellt.

Nummer der Horde	Lagerzeit des Malzes auf der Horde in Stunden.	Temperatur nach Celsius				Wassergehalt des Malzes (ohne Keime)	spec. Gew. der Würze aus 50 g Malz und 250 g Wasser	entsprechender Extraktgehalt nach Balling	Extraktgehalt des Malzes auf Trockensubstanz berechnet	Der Extrakt besteht aus		Nichtmaltose verhält sich zu Maltose wie
		des an der Darre angebr. Therm. oben	dasselbe unten	auf dem Malze	im Malz					Nichtmaltose	Maltose	
I.	1½	32°	75°	20°	30°	39,36%	1,0326	8,097%	71,19%	12,74	58,45	1 : 4,58
II.	1½	33	75	30	51	38,78	1,0320	7,950	69,96	21,25	48,71	1 : 2,29
III.	1½	31	74	35	60	26,20	1,0392	9,751	69,38	24,02	45,36	1 : 1,88
IV.	1½	35	75	55	75	8,94	1,0503	12,357	68,95	24,05	43,90	1 : 1,82
V.	2	35	75	60	80	7,31	1,0507	12,452	68,36	24,44	43,92	1 : 1,79
VI.	2	30	73	75	90	4,30	1,0536	13,142	68,35	25,42	42,93	1 : 1,69
VII.	2	31	74	75	91	3,28	1,0534	13,095	68,09	26,46	41,63	1 : 1,57
VIII.	2	30	74	75	85	2,36	1,0536	13,142	67,54	26,83	40,71	1 : 1,51

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, nimmt der Extraktgehalt von Horde zu Horde merklich ab. Hand in Hand damit geht ein Variiren in der Zusammensetzung der jedesmal erhaltenen Würzen in der Weise, dass trotz des mit grosser Genauigkeit stets gleich geführten Maischverfahrens das Verhältniss von Maltose zu Nichtmaltose sinkt. Es zeigen diese Versuche demnach den bedeutenden Einfluss, den neben der Maischdauer und Maischtemperatur die Darrdauer und Darrtemperatur auf die Zusammensetzung der Würzen ausüben.

Je höher die Darrtemperatur gesteigert wird und je länger das Malz dieser Temperatur ausgesetzt ist, um so mehr sinkt die diastatische Kraft des Malzferments, namentlich, wie es scheint, gegenüber der Spaltung der höheren Dextrine in die niederen und in Maltose und Glycose.

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen von Dr. K. Lintner, München 1879 Nro. 7 Seite 195.
**) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen von Dr. K. Lintner, München 1877 Seite 155.
***) Zur Zeit Director der Brauerei L. M. Willms in Kursk in Russland.

Ueber die Zusammensetzung eines gedarrten und eines starkgedarrten Malzes gibt Mulders Analyse *) folgendes Bild:

	Gerstenmalz gedarrt	Gerstenmalz stark gedarrt für braunes Bier
Dextrin	5,8	9,2
Stärkemehl	51,2	43,9
Zucker	0,6	0,8
Cellulose	9,4	10,6
Proteïnoide	9,1	9,7
Fett	2,1	2,4
Asche	2,4	2,6
Anderweitige Bestandtheile (Röstproducte)	6,7	12,8
Wasser	11,1	8,2
	100,4	98,4

Aus dieser Analyse ist ersichtlich, dass durch das starke Darren der Zuckergehalt nur um ein Weniges steigt, der Dextringehalt bedeutend zunimmt, und der Stärkemehlgehalt in demselben Verhältniss abnimmt, endlich dass eine beträchtliche Menge Röstproducte gebildet werden; da die Röstproducte gährungshemmend wirken, so wird die Haltbarkeit des Bieres durch die Gegenwart derselben erhöht, die Extraktausbeute aber bedeutend vermindert, man vermeide desshalb ein zu starkes Darren des Malzes und befolge die auf Seite 90 gegebenen Rathschläge.

Die Praxis des Darrens.

Allgemeine Regeln.

Das vom Malzkeller oder von der Schwelke, mehr oder weniger Wasser enthaltende Grün- oder Schwelkmalz, wird je nachdem man das Malz für blasses oder braunes Bier darren will, dünner (15—18 ctm.) oder dicker (20—25 ctm.) auf der unteren Horde aufgetragen und die Beheizung des Darrraumes bei Offenhalten der kalten Züge so vollzogen, dass die Temperatur im unteren Darrraume allmälig über dem Malze 25°R. erreicht. Diese Temperatur ist so lange einzuhalten, bis das Grünmalz gut abgeschwelkt ist. Zur Beobachtung der Temperatur hängt man den Thermometer in der Mitte des unteren Darrraumes so hoch auf, dass derselbe an einem Träger der oberen Horde befestigt ist. Das Wenden des Malzes hat, so lange dasselbe noch feucht ist, öfters zu geschehen (mindestens stündlich einmal), später wenn es schon mehr getrocknet ist, nur alle 2 Stunden einmal. Das Wenden wird auf einen Stich vorgenommen und werden vor Beginn dieser Arbeit drei Seiten der Darrhorde 1—2 Schaufeln breit ausgeräumt und das Malz an die vierte, noch mit Malz bedeckte Seite geworfen, um am Ende des Umschlagens Malz zur Bedeckung des freigewordenen Raumes zu haben, damit nach dem Wenden die ganze Fläche der Horde mit Malz gleichmässig belegt werden kann. Je besser das Malz aufgelöst und je mehr es geschwelkt, um so früher wird es trocken, so dass oft schon nach einigen Stunden die Temperatur von

*) Chemie des Bieres von Mulder. Leipzig 1858. S. 247.

25 auf 30—35° R. erhöht werden kann, doch lässt sich eine bestimmte Zeit nicht angeben und muss der Mälzer den Zeitpunkt, in welchem nun auch das Auftragen der oberen Horde mit einer neuen Partie Grünmalz geschehen kann, durch eigenes Ermessen aus der Praxis erlernt haben. Ist nun die obere Horde aufgetragen, so hat man hauptsächlich dafür zu sorgen, dass die Temperatur in diesem Raume zu Anfang nicht über 30° R. steigt, bis das Malz so viel Wasser verloren hat, dass eine Kleisterbildung (Glasmalzbildung) nicht mehr eintreten kann. So lange das Malz auf der oberen Horde nicht lufttrocken geworden, wird dasselbe, wie das früher auf der unteren Horde allein befindliche Grünmalz alle Stunden einmal und die untere Horde alle 2 Stunden gewendet, später die obere Horde alle 2 Stunden, die untere in 3 Stunden einmal.

Das Wenden der oberen Darre geschieht immer vor dem Wenden der unteren. Ist das Malz auf der oberen Darre von dem grössten Wassergehalte befreit, so wird durch entsprechend stärkeres Heizen und mehr Schliessen der Züge die Temperatur allmälig noch mehr gesteigert, so dass dieselbe im unteren Darrraum 40—45° R erreicht.

Je nachdem nun das Malz für Herstellung irgend einer Biersorte dienen soll, ist das weitere vollständige Darren und sogen. Abdarren des Malzes nach verschiedener Art durchzuführen.

1. Bereitung von Malz für dunkle, extraktreiche, vollmundige Biere (bayrische Biere).

Wie schon auf Seite 96 hervorgehoben ist, lässt man das Malz, welches für bayrisches Bier bestimmt ist, länger in die Wurzeln gehen, als bei Bereitung des Wienermalzes; der Korninhalt des bayrischen Grünmalzes (speciell des Münchener) ist desshalb mehr aufgelockert, wie der des Wienermalzes. Es soll damit jedoch nicht gesagt sein, dass die Auflösung des letzteren Malzes nicht ebenso gut erfolgt sei, wie bei dem Ersteren, sondern es ist hier mehr der mechanische Einfluss der grösseren Wurzelbildung in's Auge gefasst, welche überhaupt durch ihre Gegenwart eine lockere Aufeinanderlagerung des Grünmalzes verursacht. Aus diesem Grunde wird das Grünmalz möglichst dick aufgetragen (20—25 ctm. hoch).

Ist nun das Malz in der Eingangs beschriebenen Weise getrocknet, so beginnt hier der Process des Röstens, welcher stets auf der unteren Darre vollzogen wird und darin besteht, dass man das Malz unter Schliessen der Züge längere Zeit, etwa 2 Stunden, einer höheren Temperatur aussetzt, dabei darf der Wassergehalt im Malz nicht mehr zu hoch sein, weil sich sonst Kleister bilden würde, aber auch nicht zu nieder, weil sonst der Röstprocess nicht erfolgen kann. Ein geübter Praktiker erkennt den richtigen Zustand durch Angreifen und Zerbeissen des Malzes, es darf sich nicht mehr zähe anfühlen, und beim Zerbeissen darf es nicht zu spröde sein.

Während das Malz in dieser Zeit einer Temperatur bis zu 60° R. ausgesetzt wird, muss dasselbe auf der unteren Horde 3—4 Mal gewendet werden, auf der oberen Darre dagegen muss das Wenden noch häufiger (5—6 Mal) geschehen, damit die auf der oberen Horde direct auf dem Blech liegenden Körner nicht zu heiss (verkleistert oder verbrannt) werden.

Hat das Malz den Röstungsprocess durchgemacht, so tritt ein kräftiges Malzaroma ein. Der Korninhalt soll bei der Mehrzahl der Körner schwach gelblich gefärbt sein, zeigen viele Körner einen dunkleren Inhalt, so ist der Röstungsprocess zu weit vorgeschritten und geht das obenerwähnte Malzaroma in einen mehr brandigen Gernch über, ähnlich dem des zu stark gerösteten Caffee's. Es ist desshalb der Zeitpunkt der Unterbrechung des Röstungsprocesses ebenso wichtig, als wie der Beginn desselben und erfordert das Rösten des Malzes grosse Aufmerksamkeit und Fachkenntniss.

Nach Verlauf dieses Processes lässt man zum Zweck des Nachdarrens das Malz bei geschlossenen Zügen noch weitere 2—3 Stunden auf der Darre, wobei zur Erhaltung der Temperatur von 68—70°R. nur wenig nachgeheizt zu werden braucht. Diesen Vorgang bezeichnet man mit „Ausdarren des Malzes".

Durch das Nachdarren des Malzes sucht man eine Gleichmässigkeit betreffs des Wassergehaltes der einzelnen Körner zu erreichen.

Das Darren des Malzes wird im Allgemeinen äusserst langsam vollzogen, so dass bei continuirlichem Betrieb das Malz mindestens 12 Stunden auf der unteren Darre verweilt, in München räumt man dem Darrprocess 36—40 Stunden ein, so dass das Malz 18—20 Stunden auf jeder Horde verbleibt.

Die Temperaturverhältnisse, welche beim Darren von Malz für bayrisches Bier auf einer achthordigen Jalousiendarre, System Geçmen (Band I. S. 42) eingehalten werden sollen, sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

Um die in dem Darrraum herrschende Temperatur beobachten zu können, sind 2 Thermometer angebracht; der eine ist oben an der Darre zwischen der 1. und 2. Etage mit knieförmig abgebogener Quecksilberkugel in der Weise angebracht, dass das Quecksilber in der Darre, die Thermometerskala jedoch aussen ist, der andere befindet sich zwischen der 7. und 8. Etage.

I. Messung Mittags 12 Uhr: Aeussere Lufttemperatur 4° C.
Aeusseres Thermometer oben . . . 44° C.
" " unten . . 79° C.

Auf der	Etage	am Darrblech	auf dem Malz
Auf der	I.	35° C.	30° C.
" "	II.	45°	35°
" "	III.	58°	40°
" "	IV.	72°	72°
" "	V.	80°	75°
" "	VI.	87°	80°
" "	VII.	92°	85°
" "	VIII.	97°	85°

II. Messung Nachmittags 4½ Uhr:

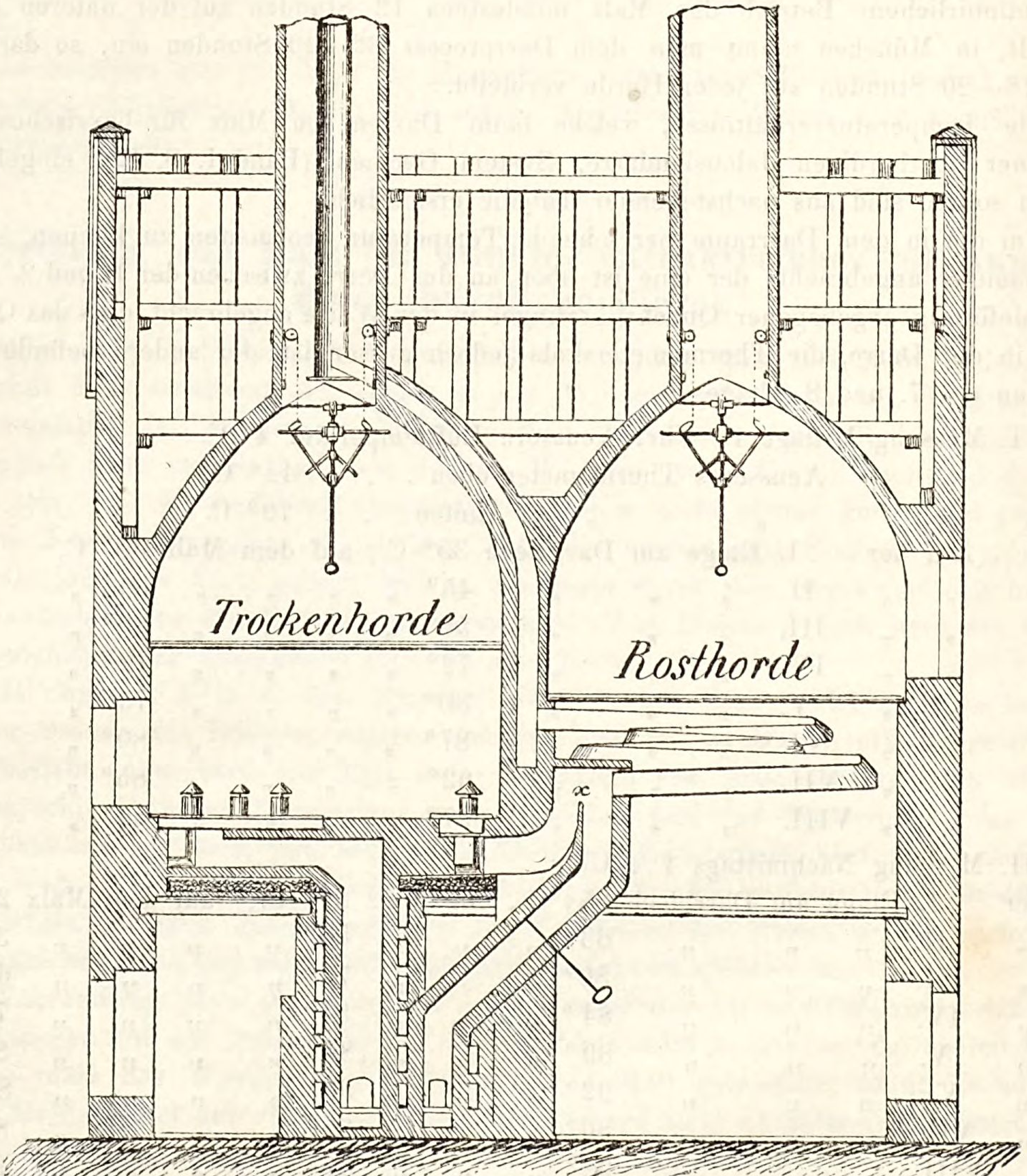
Auf der	Etage	am Darrblech	im Malz	auf dem Malz
Auf der	I.	35° C.	30° C.	28° C.
" "	II.	63°	50°	30°
" "	III.	80°	74°	64°
" "	IV.	84°	81°	79°
" "	V.	89°	86°	83°
" "	VI.	92°	90°	84°
" "	VII.	86°	85°	81°
" "	VIII.	92°	87°	92°

Das Zurücksinken der Temperatur auf den beiden letzten Horden hängt damit zusammen, dass während der Messungen nicht nachgefeuert wurde, so dass bis zur Erhebung der Temperaturen auf den unteren Etagen das Feuer ziemlich klein wurde und so ein Sinken der Temperatur erfolgte.

Ein bei oben angeführten Temperaturen erzeugtes Malz besitzt alle Eigenschaften, die erforderlich sind, um daraus ein vollmundiges bayrisches Bier zu erzeugen.

Eine zur Herstellung von dunklem Malz sehr empfehlenswerthe Darranlage hat der in der Brauerwelt allgemein sehr geachtete und bekannte Brauereibesitzer J. Ulrich in Pfungstadt construirt und sich in fast allen Staaten patentiren lassen.

Diese Darre besteht aus 2 nebeneinanderliegenden Horden und zwar aus der Trockenhorde und der Abdarr- oder Rösthorde; letztere ist etwas tiefer liegend angeordnet, damit das Abladen von dieser auf die Rösthorde leichter und bequemer zu zu bewerkstelligen ist. (Siehe untenstehende Figur).



Das frische Malz wird zuerst auf die Trockenhorde gebracht, wo es 12—15 Stunden einer nach und nach steigenden Temperatur bis 35° R. ausgesetzt wird. Die Luftzuführung ist derart angeordnet und zu reguliren, dass die Temperatur nur nach und nach steigt aber auch überhaupt nicht höher wie 35° R. zu bringen ist. In dieser Zeit ist das Malz dann so getrocknet, dass es zur Abdarr- oder Rösthorde gebracht werden kann, wo es in 12—15 Stunden nach und nach einer Temperatur bis 80° R. ausgesetzt wird, und dauert der Darrprocess somit 24 höchstens 30 Stunden. Ist die Trockenhorde leer, so wird sofort frisches Malz aufgegeben, welches dann in der Zeit, wo auf der Rösthorde abgedarrt wird, trocknet und also zum Abdarren vorbereitet ist u. s. f. —

Unter der Trockenhorde befindet sich der Ofen, dessen abziehende Gase einen Theil ihrer Wärme dieser Darre abgeben und dann durch Blechrohre unter der Rösthorde weitergeführt werden. Neben diesem Ofen befindet sich eine Hilfsfeuerung, deren Verbrennungsgase mit denen des Ofens der Trockenhorde bei x zusammen in die Blechrohre geleitet sind und mit denselben weiterziehen. Diese Hilfsfeuerung hat den Zweck, dass zu jeder Jahreszeit eine jede gewünschte Temperatur erzielt werden kann und kommt also nur in Ausnahmefällen zur Verwendung. Man hat also hier 2 vollständig von einander getrennte Horden, die, wie bei den Doppeldarren, im Allgemeinen ebenfalls mit einer Feuerung bedient werden, wobei aber der Darrprocess in höchstens 30 Stunden bei Erzielung eines wirklich guten Malzes vollendet wird, während bei den jetzigen Doppeldarren bis zu 48 Stunden nöthig sind.

Bestehende Doppeldarren lassen sich leicht und ohne grosse Kosten nach diesem System umändern, wobei die Horden mit allem Zubehör benützt werden können und nur eine Horde in ähnlicher Weise wie in nebenstehender Figur angeordnet, daneben zu bauen ist.

Herr Ulrich hat seine Vertretung Herrn Louis Dill, Ingenieur, Frankfurt a/M. Westliche Cronbergerstr. 34 übertragen, der jede weitere Auskunft bereitwilligst ertheilen wird.

Die Firma Engelhardt u. Co., Fürth, ist mit der Ausführung dieser Darren betraut und übernimmt jede Neu-Anlage sowie Umänderung bestehender Darren nach diesem System.

Bereitung von Malz für vollmundige hellere Biere (Wiener Biere).

Die Auswahl der Rohstoffe muss hier wegen der blassen Farbe dieser Biersorte mit grösserer Sorgfalt wie beim bayrischen Bier geschehen. Die Gerste soll dünnhülsig, von mittlerem Eiweissstoffgehalt sein. Die Methode des Einquellens weicht von der bayerischen Methode in Nichts ab, dagegen ist die Behandlung im Malzkeller von der bayrischen Mälzungsmethode wesentlich verschieden.

Die Haufen werden durchgehends auf kalten Schweiss geführt.

Sorgfältige Beobachtung der Temperatur und des Schweisses während des Vegetations-Prozesses ist Hauptbedingung. Die Temperatur im Haufen soll im höchsten Stadium der Wurzelbildung 15° R. nicht übersteigen, und darf mit Beginn der Wurzelentwicklung nicht über 12° R. hinausgehen. Da hier die Filzmalzbildung ausgeschlossen

ist, und nur durch einen kühlgeführten langsamen Wachsprocess die stetige Entwicklung des Blatt- und Wurzelkeimes angestrebt wird, so ist eine 9—10tägige Keimzeit erforderlich, wobei hauptsächlich eine möglichst kräftige vollkommene Blattkeimbildung zu erhalten gesucht wird. Die Wurzel bleibt mehr kurz, soll gekräuselt und recht üppig sein. Die Wiener Mälzungsmethode erfordert eine besonders sorgfältige Behandlung und beruht nicht, wie viele Praktiker annehmen, in der schablonenmässigen all 6—8stündigen Umarbeitung. Geht die Temperatur der Haufen zu Anfang der Wurzelentwicklung ein einzigesmal zu hoch, so dass die Wurzel zu rasch hervorbricht, so ist die Methode der Wiener Mälzerei in ihrem System verletzt und statt dem sonst so kräftigen Wienermalz erhält man ein schlecht aufgelöstes Produkt.

Die Construction von Wiener-Darren weicht wenig von der der Münchener ab. Unter dem Namen Schlauchdarren finden wir beide Systeme, erwärmte Luft und strahlende Wärme gleich zweckdienlich kombinirt. (B. I S. 14.)

In den Wiener Mälzereien ist meist die Anordnung getroffen, dass man das Grünmalz direct vom Malzkeller auf die obere Horde bringt und daselbst ca. 12—18 ctm. hoch legt. Auch hier wird zu Anfang, unter Oeffnen aller Züge, das Malz bei 28—30° R. lufttrocken gemacht und betreffs des Wendens die allgemeinen Regeln (Seite 91) eingehalten. Ist das Malz ziemlich lufttrocken, so werden die Züge immer mehr geschlossen, die Temperatur auf 50—55° R. gesteigert und dann allmälig auch hier ein Röstprocess eingeleitet und durchgeführt.

Dieser Process ist jedoch hier nicht ein Rösten im wahren Sinne des Wortes, sondern es findet nur ein Spaltungsprocess der Eiweissstoffe statt, ein Ueberführen derselben in peptonartige Körper, und die Bildung von Dextrinarten, welche mit zur Vollmundigkeit des Bieres beitragen.

Hat man diesen Process durchgeführt, so werden die Züge wieder etwas geöffnet und die Temperatur auf 60—68° R. gesteigert, nach einiger Zeit werden die Züge wieder geschlossen, wodurch die Temperatur noch um einige Grade steigt (70—72° R.) und bleibt dann das Malz behufs Nachdarrens noch einige Stunden dieser Temperatur ausgesetzt.

Ueber die beim Darren des Malzes für Wienerbier einzuhaltenden Temperaturen macht Dr. W. Schultze *) folgende Mittheilungen:

Die obere Darrhorde wurde 12—14 ctm. hoch mit Grünmalz belegt. Erst verweilte das Grünmalz 8 Stunden auf der oberen, dann weitere 8 Stunden auf der unteren Horde. Auf der oberen Horde wurde stündlich einmal, anf der unteren Horde dagegen stündlich zweimal gewendet. Der Wassergehalt betrug im Mittel 40%, nach achtstündigem Trocknen auf der oberen Horde 6,5%, nach dem Ausdarren mit den Keimen 1,7, ohne Keime 1,6%.

Das Malz für Wiener Bier soll einen süsslichen Geschmack und einen aromatischen Geruch besitzen und der Inhalt des Kornes von lichter Farbe sein. Welche Temperaturen nach und nach während des Darrens gleichzeitig in dem Raume über

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen von Dr. K. Lintner. Neue Folge II Jahrgang 1879 S. 82.

der oberen und über der unteren Horde einer Darre herrschten, lehrt die folgende Tabelle.

Es betrug die Lufttemperatur

	im oberen Hordenraume	im unteren Hordenraume
beim Beginn des Darrens	24° R.	56° R.
nach 1 Stunde	25 „	56 „
„ 2 Stunden	26 „	56 „
„ 3 „	27 „	60 „
„ 4 „	33 „	68 „
„ 5 „	38 „	70 „
„ 6 „	43 „	72 „
„ 7 „	52 „	73 „
„ 8 „	52 „	73 „

Temperatur der äusseren Atmosphäre während aller Darrungen 5° bis 6° R.

Bereitung von Malz für blasse, sehr weingeistige Biere (böhmische Biere).

Das böhmische Bier ist besonders wegen seiner blassen Farbe und eigenthümlichen, weinigen und angenehmen bitteren Geschmack zu einem besonderen Renommée gelangt. Zur Herstellung dieser Biersorte eignet sich nur sehr dünnhülsige, eiweissstoffarme, und stärkemehlreiche Gerste, sie soll auf leichtem lehmigem ungedüngtem Sandboden gewachsen sein.

Das Einquellen geschieht nach der in Bayern allgemein üblichen Methode. Die Behandlung im Malzkeller ist verschieden, bald wird der Wachsprozess nach Wienerart geführt, bald wird derselbe mehr beschleunigt und öfters die Filzmalzbildung angestrebt.

Zum Darren des Malzes dienen am besten Luftheizungs-Darren mit stehendem Rohrsystem. Das Grünmalz soll auf der Schwelke wenn möglich lufttrocken gemacht werden, die Horden werden ziemlich dünn (10—15 cm.) belegt und das Malz zuerst bei starkem Luftstrom bei 25—30° R. getrocknet und mit 38—40° R. abgedarrt. Man vermeide jeden Einfluss, welcher den Mehlkörper zu bräunen im Stande wäre, wesshalb man recht langsam und mit viel Luft darrt, so dass das Malz auf jeder Horde mindestens 12—15 Stunden, oft noch länger verbleibt.

Das Malz für solche lichte Biere soll einen ganz weissen Korninhalt besitzen, darf keinen grünen Geschmack haben und soll gut ausgedarrt, aber nicht geröstet sein.

Heizmaterial — Verbrauch beim Darren des Malzes.

Der Verbrauch von Heizmaterial beim Darren des Malzes ist von verschiedenen Umständen abhängig:

Von der Construktion der Darre und der Darrfeuerung, vom Wassergehalt des Grünmalzes und von der übrigen Beschaffenheit, (gut aufgelöstes Malz und solches mit geringen Eiweissstoffgehalt trocknet rascher wie schlecht aufgelöstes und solches mit grösserem Eiweissstoffgehalt), von der Darrdauer und von der Abdarrtemperatur, ferner davon ob der Betrieb ein continuirlicher ist, oder das Darren jeweilig unterbrochen wird; endlich von der Qualität des Brennmaterials.

Welch grossen Einfluss auf den Verbrauch an Feuerungsmaterial eine gute Feuerungsanlage ausübt, beweisen die Vergleichsversuche welche in der Actien-Brauerei „zum Münchner Kindl“ in München mit dem sogenannten Münchener Stufenrost angestellt wurden. Letzterer ergiebt bei continuirlicher und selbstthätiger Beschickung bei stets geschlossenem Verbrennungsraum und mit geringer Luftmenge eine sehr vollständige und günstige Verbrennung. Die oberbayrische Aktien-Gesellschaft Kohlenbergbau Miesbach (Feuerung für Kleinkohlen) hat diese neue Feuerungseinrichtung selbst in die Hand genommen und sehr gute Resultate erzielt; zur Herstellung von 100 Hltr. Darrmalz waren nur um M. 15,56 Feuerungsmaterial nothwendig, während ohne diesen Rost bei Verwendung von böhmischen Braunkohlen M. 25,90 Brennmaterial-Kosten entstanden. Die Zahlen welche in der Praxis im Allgemeinen gefunden werden, sind aus den vorerwähnten Gründen grossen Schwankungen unterworfen. Maschinenfabrikant Steinecker rechnet (B. I S. 17) für 100 Hektoliter Malz zu darren M. 25 bei ununterbrochener Arbeit.

Thausing * giebt in seinem Werk folgendes an: Nach an verschiedenen Orten gesammelten Erhebungen sind beim Darren, eine Darrdauer von 16 bis 24 Stunden und eine Abdarrtemperatur von 60 bis 70% vorausgesetzt, pro 100 Kgr. vor dem Darren nicht geschwelchten Darrmalzes (keimfrei) nöthig.

Von mittelmässiger Kohle	30	bis	36	Kg.
„ mittelguter	„ 24	„	28	„
„ guter	„ 16	„	20	„

Nach meinen eigenen Aufschreibungen sind für 1 Hltr. Malz im Mittel 35 ℔ Steinkohlen erforderlich.

Volumen und Gewichtsveränderung der Gerste durch das Mälzen.

Die Veränderungen welche die Gerste durch das Mälzen erfährt, machen sich mehr in einer Abnahme des Gewichtes als des Volumens geltend. Letzteres wurde schon bei der Beschreibung des Weichprocesses (S. 78) und der Vorgänge der Keimung (S. 92) in Erwähnung gebracht. 100 Ltr. gut sortirte Gerste liefern 100—102 Ltr. keimfreies Darrmalz. Schlecht sortirte leichte Gerste giebt eine Volumenverminderung bis zu 8% (S. 70). Von weit grösserer Bedeutung wie die räumliche Veränderung der Gerste ist die Gewichtsveränderung, Letztere bewegt sich in den bedeutenden Gewichtsverlusten von 22—28%, der genannte Verlust ist jedoch nur scheinbar und alterirt nur zum Theil die eigentliche Gerstensubstanz. Die Hälfte des Verlustes entsteht durch die Verminderung des Wassergehaltes der Gerste gegenüber dem des Malzes, Ersterer kann im Mittel mit 14% angenommen werden, Letzterer mit 2%, es kommen somit schon 12% auf die Wasserabnahme. Eine eigentliche Substanz-Entziehung erfährt die Gerste durch den Weichprocess indem hier eine Abminderung durch Entfernung der Schwemmlinge, im Mittel 0,5%, stattfindet, sowie eine Entziehung organischer und anorganischer Bestandtheile, welche ebenfalls mit 0,5% berechnet werden können. (S. 81 und 84).

Während des Verlaufes des Wachsprocesses werden ebenfalls Stoffe entzogen

*) Thausing. die Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation II. Auflage Leipzig 1882 S. 358.

indem ein Theil der Substanz zur Blatt- und Wurzelkeimbildung dient und ein Theil des Stärkemehls in Wasser und Kohlensäure zerlegt wird. Diese Verluste können mit 5% berechnet werden. Eine weitere Gewichtsabminderung tritt durch das Entfernen der Keime ein, sie betragen durchschnittlich 3,5%.

100 Gewichtstheile Gerste werden daher bei einem Wassergehalt von 14% und 86% Trockensubstanz 78 Gewichtstheile Malz mit 2% Wasser liefern. Der wirkliche Substanzverlust beträgt demnach auf 100 Theile Gerstentrockensubstanz berechnet 9 bis 10%.

Untersuchungen über die Stoff-Veränderungen der Gerste durch das Mälzen von K. John.

Die Versuche hat John mit gut sortirter Gerste durchgeführt und die Mälzung bei Versuch I mit kaltem Schweiss, bei Versuch II mit warmem Schweiss gehalten.

Versuch I mit 19 Tagen Keimzeit
„ II „ 5 „ „

Bei Versuch I waren die Wurzelkeime zu 1¼ Länge des Kornes, bei Versuch II zu 1¾ Länge des Kornes entwickelt. Der Blattkeim war bei beiden Versuchen gleich weit entwickelt und die Auflösung gleich gut.

Aus 100 Gewichtstheilen Trockensubstanz sind entstanden:

	I.	II.
Malz excl. Blatt- und Wurzelkeim	83,09	85,88
Blattkeime	3,56	3,09
Wurzelkeime	4,99	4,65
Gasificirt	8,36	6,38
	100,00	100,00

Auf trockenes Malz berechnet, beträgt die Menge der entwickelten Blattkeime bei Versuch I 4,11%, bei Versuch II 3,48%.

Der Wassergehalt der Gerste, der geweichten Gerste und des Malzes zu verschiedenen Zeiten untersucht gab folgendes Resultat:

Gerste	15,2 Proc.	11,73 Proc.	12,59 Proc.
Geweichte Gerste		44,2 „	42,7 „
Grünmalz		44,9 „	42,6 „
Luftmalz (Schwelkmalz)		11,97 „	11,21 „
Darrmalz bei 70° C. abgedarrt			5,189 „
„ „ 115—120° C. abgedarrt			1,385 „

Der Fettgehalt der Gerste wird durch das Mälzen vermindert. Die Menge des Fettes betrug

bei der Gerste 2,73%
beim Luftmalz I 2,20%
„ „ II 2,44%

Es geht somit mehr Fett verloren bei langsamer Führung des Wachsprocesses wie bei schneller Führung. Bei Versuch I gingen 30,2%, bei Versuch II 20,7% verloren.

Die Löslichkeit der Stoffe nimmt durch das Keimen bedeutend zu.

---

*) Der Bayr. Bierbrauer. Jahrgang 1869 S. 101.

Im Ganzen lösten sich in siedendem Alkohol

von der Gerste	3,329 Proc.	von der Trockensubstanz.
vom Luftmalz I	11,460 „	
„ „ II	8,751 „	

Die Menge der löslich gewordenen Substanzen ist bei langsamer Führung des Wachsprocesses Versuch I grösser wie bei schneller Führung Versuch II.

Der Zuckergehalt des durch Alkohol gelösten Extraktes wurde durch Titriren mit der Fehling'schen Lösung bestimmt und man erhielt

bei der Gerste	0,34 Proc.	von der Trockensubstanz der Gerste, resp. des Malzes.
„ dem Luftmalz I	1,62 „	
„ „ „ II	1,49 „	

Es fanden sich sonach ausser dem Zucker noch an in Alkohol löslichen Bestandtheilen:

in der trockenen Gerste	2,99 Proc.
in dem lufttrockenen Malz I	9,84 „
„ „ „ „ II	7,26 „

und wenn man darnach frägt, wie viel in Alkohol lösliche Bestandtheile aus 100 Gew.-Th. trockener Gerste entstanden sind, so erhielt man folgendes Bild:

	Gew.Th. Gerste	Malz I	Malz II
	100 liefern	91,64	93,62
Mit in Alkohol löslichen Best.			
incl. Zucker	3,32	10,50	8,19
„ „ „ „ excl. „	2,98	9,01	6,80

Bei dem langsam gewachsenen Malze wurden also circa ein Drittel mehr an in Alkohol löslichen Bestandtheilen gebildet als in dem schnell gewachsenen.

Ausser der Menge der löslichen Substanzen unterscheiden sich die darin vorhandenen Stoffe noch weiters durch ihr verschiedenes Verhalten.

Die heiss filtrirten Auszüge trübten sich beim Erkalten. Die vom Versuch I herrührende Ausscheidung hatte eine gelbliche, die der Gerste und vom Versuch II herrührende eine weissliche Trübung angenommen.

Die ausgeschiedene Substanz war bei der Gerste am geringsten, beim langsam gewachsenen Malz Versuch I am beträchtlichsten. Nach dem Abdestilliren des Alkohols lieferte die Gerste und das Malz aus Versuch I einen gelben Rückstand, während der Rückstand aus Versuch II sich nicht färbte. Der Rückstand aus Versuch II zeigte auch beim längeren Sieden mit Wasser keine Trübung.

In Wasser lösliche Substanzen wurden noch in dem mit Alkohol behandelten Material gefunden.

100 Gewichtstheile	Gerstentrockensubstanz	2,63%
„ „	Versuch I	6,22%
„ „ „	II	5,12%

Die lösliche Substanz ist also auch hier beim langsam gewachsenen Malz um circa 20% grösser wie beim schnell gewachsenen Malz Versuch II.

Die Menge des Dextrins betrug bei Versuch I 8,6%, bei Versuch II 7,2%.

Die Aufschliessung des Mehlkörpers hat somit im langsam gewachsenen Malz besser stattgefunden wie im schnell gewachsenen.

Es findet eine Abminderung des Stickstoffgehaltes statt. 100 ℔ lufttrockene Gerstensubstanz enthielten 1,512 Gewichtstheile Stickstoff, das langsam gewachsene Malz (keimfrei) 1,347%.

John hat den Gesammtstickstoffgehalt als Eiweissstoff berechnet. Da diese Berechnung zu unrichtigen Resultaten führt, so sei nur kurz erwähnt, dass der Stickstoffgehalt durch das Mälzen abnimmt und dass im Malz der meiste Gehalt auf Amidartige Verbindungen fällt. (Seite 119.).

Die Aschenbestandtheile werden gleichfalls durch das Mälzen verringert:

Aus 100 Gewichtstheilen trockener Gerste wurden bei Versuch I 86,65 Gewichtstheile trockenes Malz erhalten, von diesem enthielten 100 Gewichtstheile 2,307% Aschenbestandtheile. 100 Gewichtstheile trockene Gerste gaben bei Versuch II 88,97 Gewichtstheile trockenes Malz und 100 Gewichtstheile von diesem Malz enthielten 2,275 Gewichtstheile Asche.

Da 100 Gewichtstheile trockene Gerste 2,499% Aschenbestandtheile enthielten, so beträgt der Verlust bei Versuch I 0,192 Gewichtstheile
„ „ II 0,224 „

Der Verlust ist somit bei Versuch II (schnell gewachsenem Malz) etwas grösser als bei Versuch I (langsam gewachsenem Malz).

Treberbestimmung:

	100 Gew.-Theile lieferten tr. Treber: lufttrocken	trocken	Von 100 Gew.-Thl. Gerste resultiren tr. Treber:
Gerste	26,44	30,25	30,25
Malz I	22,84	25,95	22,49
Malz II	24,15	27,18	24,18
Darrmalz II	28,75	29,15	25,94

Diastase-Gehalt.

Im Diastasegehalt liess sich kein Unterschied in beiden Versuchen wahrnehmen. Der Zuckergehalt im Extrakt war gleich hoch. Diese Wahrnehmungen stimmen mit Lermer's Resultaten überein, welcher den Zuckergehalt gleich gross fand, er betrug im Extrakt des Malzes aus 3 Tagen Keimzeit 31,3%,
bei 4 „ „ 31,0%
„ 9 „ „ 30,6%

Es scheint dass die Diastasebildung schneller erfolgt wie die Bildnng der Peptase, welche nach meinen Beobachtungen mit der stärkeren Wurzelbildung zusammenhängt. In den Malzkeimen lassen sich leicht Peptone nachweisen; im Malze nur selten. Von Bedeutung ist ferner die Vermehrung des Gesammt-Säuregehaltes durch das Mälzen. Bei Führung des Haufens auf warmen Schweiss nimmt der Gesammtsäuregehalt mehr zu wie bei Führung auf kalten Schweiss.

F l ü h l e r fand folgenden Unterschied: Gemälzt bei 12° R. 0,72% Säuregehalt
„ „ 21—24° R. 2,16% „

Nach B e l o h o u b e c k vermehrt sich der Milchsäuregehalt in folgender Weise:

Gerste 0,338%, Grünmalz 0,590%, Darrmalz 5,942%.

Wie verschieden der Verlust an den einzelnen Bestandtheilen des Gerstenkornes beim Mälzen ist, zeigten ferner die Untersuchungsresultate der wissenschaftlichen Station.

*) Lintner's Lehrbuch der Bierbrauerei. Berlin 1877 S. 273.

in München, *) welche aus 8 Gerstensorten gefunden wurden und in nachstehender Tabelle übersichtlich zusammengestellt sind:

	I. Ungarische Gerste				II. Slovakische Gerste				III. Regensburger Gerste				IV. Böhmische Gerste			
	100 Theile Gerste- Trocken-Substanz enthielten	100 Theile Malz- Trocken-Substanz enthielten	somit ist der Gehalt grösser bei Gerste- Trocken-Substanz	somit ist der Gehalt grösser bei Malz- Trocken-Substanz	100 Theile Gerste- Trocken-Substanz enthielten	100 Theile Malz- Trocken-Substanz enthielten	somit ist der Gehalt grösser bei Gerste- Trocken-Substanz	somit ist der Gehalt grösser bei Malz- Trocken-Substanz	100 Theile Gerste- Trocken-Substanz enthielten	100 Theile Malz- Trocken-Substanz enthielten	somit ist der Gehalt grösser bei Gerste- Trocken-Substanz	somit ist der Gehalt grösser bei Malz- Trocken-Substanz	100 Theile Gerste- Trocken-Substanz enthielten	100 Theile Malz- Trocken-Substanz enthielten	somit ist der Gehalt grösser Gerste- Trocken-Substanz	somit ist der Gehalt grösser Malz- Trocken-Substanz
Eiweissstoffe	11,31	10,16	1,15	—	10,18	10,00	0,18	—	11,73	11,61	0,12	—	11,31	11,24	0,07	—
Gesammt-Aschenmenge	2,69	2,48	0,21	—	2,64	2,39	0,25	—	2,85	2,44	0,41	—	2,57	2,30	0,27	—
Aschenbestandtheile: Kieselsäure	0,599	0,598	0,001	—	0,671	0,711	—	0,040	0,656	0,677	—	0,021	0,651	0,644	0,007	—
Phosphorsäure	1,010	0,929	0,081	—	0,790	0,868	—	0,078	1,078	0,904	0,174	—	0,923	0,708	0,215	—
Schwefelsäure	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,082	0,029	0,053	—
Kalk	0,056	0,091	—	0,035	0,059	0,072	—	0,013	0,065	0,087	—	0,022	0,062	0,077	—	0,015
Magnesia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,231	0,219	0,012	—
Eisenoxyd	0,009	0,022	—	0,013	0,013	0,018	—	0,005	0,016	0,019	—	0,003	0,015	0,014	0,001	—
Kali	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,315	0,367	—	0,052

	V. Fränkische Gerste				VI. Saal-Gerste				VII. Mährische Gerste				VIII. Schwedische Gerste			
Eiweissstoffe	11,62	10,81	0,81	—	10,60	9,80	0,80	—	10,94	10,83	0,01	—	10,03	8,83	1,20	—
Gesammt-Aschenmenge	2,81	2,42	0,39	—	2,86	2,35	0,51	—	2,65	2,32	0,33	—	2,63	2,31	0,32	—
Aschenbestandtheile: Kieselsäure	0,826	0,725	0,101	—	0,579	0,556	0,023	—	0,695	0,770	—	0,125	0,711	0,651	0,061	—
Phosphorsäure	0,798	0,779	0,021	—	0,817	0,784	0,033	—	0,804	0,830	—	0,026	0,767	0,693	0,074	—
Schwefelsäure	0,147	0,012	0,135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,107	0,058	0,049	—
Kalk	0,059	0,084	—	0,025	0,037	0,096	—	0,059	0,064	0,085	—	0,021	0,067	0,082	—	0,015
Magnesia	0,299	0,239	0,060	—	0,216	0,239	—	0,023	—	—	—	—	0,224	0,212	0,012	—
Eisenoxyd	0,007	0,017	—	0,010	0,013	0,011	0,002	—	0,009	0,015	—	0,006	0,003	0,015	—	0,012
Kali	0,608	0,385	0,223	—	0,528	0,417	0,111	—	—	—	—	—	0,592	0,407	0,185	—

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen. München 1882 Nro. 11

Die vorstehende Tabelle ergibt folgendes Durchschnitts-Resultat:

	100 Theile Gerste- Trockensubstanz enthielten	100 Theile Malz- Trockensubstanz enthielten	Somit ist der Gehalt grösser bei Gerste- Trockensubstanz	Somit ist der Gehalt grösser bei Malz- Trockensubstanz
Eiweissstoffe	10,96	10,41	0,55	
Asche	2,71	2,38	0,33	
Aschenbestandtheile: Kieselsäure	0,673	0,667	0,006	
Phosphorsäure	0,873	0,812	0,061	
Schwefelsäure	0,112	0,033	0,079	
Kalk (Ca O)	0,059	0,082		0,023
Magnesia (Mg O)	0,242	0,227	0,015	
Eisenoxyd	0,011	0,016		
Kali	0,511	0,394		0,005

Bei näherer Betrachtung der Untersuchungsresultate findet man folgende Unterschiede:

Der Eiweissstoffgehalt ist durchschnittlich um 0,55% geringer, wie der der Gerste, so dass von 100 ℔ Eiweissstoffen durch das Mälzen 5,283 ℔ verloren gehen. Der Aschengehalt vermindert sich von 2,71 auf 2,38%, er ist um 0,33% geringer, von 100 ℔ Aschenbestandtheilen gehen 12,17 ℔ verloren.

Sehr interessant sind die Veränderungen der einzelnen Gruppen der Aschenbestandtheile. Während das Kali von 0,511 auf 0,394, also um 1,117% zurückgegangen ist, hat eine Vermehrung an Kalk stattgefunden. Derselbe ist von 0,059 auf 0,082 gestiegen, so dass die Vermehrung des Kalkes im Durchschnitt nahezu 40% ausmacht.

Die Vermehrung des Kalkes stammt aus dem Quellungsprocess, da erwiesen ist, dass kalkhaltige Weichwasser einen Antheil ihres Kalkgehaltes in die Gerste eintreten lassen.

Untersuchungen über die Veränderungen der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Gerste durch das Mälzen von Dr. P. Ullik.

Dr. Ullik betrachtet die Methode, den Gesammtstickstoffgehalt als Proteinstickstoff zu berechnen, als einen überwundenen Standpunkt. Er hat desshalb seine Untersuchungen in 6 einzelnen Gruppen eingetheilt, die er wie folgt bezeichnet:

1. Gesammtstickstoff (in der Lösung).
2. Stickstoff der Nicht-Eiweissstoffe (nach Ausfällung mit Bleihydroxyd im Filtrate bestimmt).
3. Eiweissstickstoff = 1—2.
4. Peptonstickstoff d. h. Stickstoff des Gerbesäureniederschlages.
5. Amidstickstoff d. h. Sticktoff im Filtrate von Phosphorwolframsaurem Niederschlag.
6. Differenz 2—5 als Stickstoff anderweitiger Nichtproteine, der Kürze wegen mit x Stickstoff bezeichnet.

Es ist bereits seit längerer Zeit bekannt, dass in normaler Gerste vorzugsweise Proteine enthalten sind und nur ein sehr kleiner Theil des Gesammt-Stickstoffgehaltes den Amiden und Ammoniaksalzen angehört: ebenso dass in beregneter und ausgewachsener Gerste eine beträchtliche Menge von Amiden vorhanden sind.

Nach Ullik gehören die Proteine der rohen und der geweichten Gerste zu den Eiweissstoffen. Peptone sind in denselben nicht enthalten. Eine ziemliche Menge des Stickstoffes der geweichten Gerste gehört den Amiden an. Vom Malz weiss man ebenfalls, dass Amiden darin vorhanden sind, sie entstehen während des Keimprozesses durch den Zerfall der Proteine.

Nach Ullik enthält normales Malz keine fertig gebildeten Peptone; die Hauptmenge des löslichen Stickstoffes fällt auf die Amide. Nur Malz welches gewissen Umständen bei der Bereitung oder Aufbewahrung ausgesetzt war, kann sehr geringe Mengen Peptone enthalten. Eigentliche Peptonbildung erfolgt erst bei der Bereitung der Würze; die Menge der Peptone ist aber verhältnissmässig nicht bedeutend und steht weit zurück gegen diejenige der amidartigen Substanzen. Die Vertheilung des Stickstoffes auf die einzelnen Gruppen der stickstoffhaltigen Substanzen scheint je nach der Beschaffenheit des Malzes eine sehr verschiedene zu sein.

Ullik fand in 100 Gewichtstheilen Malz:

Gesammtstickstoff 0,459 davon			
Nichteiweissstickstoff	0,335	Eiweissstickstoff	0,124
Amidstickstoff	0,330	X „	0.005

Eigenschaften und Werth des Darrmalzes.

Ein gut bereitetes Malz muss Glanz besitzen und einen vollen Kern zeigen; es muss sich leicht zerbeissen oder mit einem Instrument leicht zerreiben lassen. Es darf nicht mehr grün schmecken, sondern muss beim Zerkauen einen süssen Geschmack zeigen. Der Geruch muss ein aromatischer sein, je mehr sich derselbe dem Geruch der Gerste nähert, desto mangelhafter ist das Malz bereitet! Das Gewicht eines Hektoliter Malzes wechselt von 48—56 Kilogr. Sehr gut aufgelöstes Malz mit geringem Wassergehalt übersteigt selten das Gewicht von 3 Kilgr.

Malz, welches für den Handel fabrizirt wird, ist öfters ungenügend ausgedarrt, besitzt einen hohen Wassergehalt und ein grösseres absolutes Hektolitergewicht. Letzteres wird auch durch ungenügende Entwicklung der Keimlinge verursacht. Nicht selten wird, wenn das Malz dem Volumen nach verkauft wird, eine Volumenvermehrung dadurch hervorgerufen, dass man das Malz, wenn es bereits zum Abdarren fertig ist, mit Wasser begiesst und diese Procedur, während des Abdarrens einigemal wiederholt.

Ein gut bereitetes Malz soll, wenn das Korn unverletzt ist, im oder auf dem Wasser schwimmen, Körner welche sich flach auf den Boden legen, zeigen meist schlecht aufgelösten Inhalt, solche welche den Boden des Gefässes mit der Spitze berühren, bestehen aus verletzten Körnern oder aus solchen, deren Inhalt ebenfalls nicht genügend aufgelöst ist. Obwohl diese Probe von wissenschaftlicher Seite, wegen ihrer Richtigkeit bestritten und als eine höchst empirische bezeichnet wird, so kann sie doch dem Praktiker zur Beurtheilung der Güte eines Malzes dienen, da die meisten

der gesunkenen Körner bei vorgenommener Gaumenprobe mehr einem Geschmack wie Gerste zeigen. Das Malz soll nicht zu schwach aber auch nicht zu stark gedarrt sein. Die Farbe der Malzkeime lassen einen Schluss auf die mehr oder weniger grosse Sorgfalt schliessen, unter welcher das Malz gedarrt wurde. Sind die Keime in der Farbe ungleich, so werden auch die Körner ungleich gedarrt sein. Fehlen die Malzkeime, so kann man die Farbe des Malzes nach der Färbung der Blattkeime schätzen.

Das Malz ist als Handelswaare ein vollständiger Vertrauensartikel und da dessen Brauchbarkeit nicht immer sicher nach den äusseren Merkmalen beurtheilt werden kann, so hat man die chemische Untersuchung zu Hülfe genommen; allein auch diese reicht nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft noch nicht aus, sie gibt uns Aufschluss über den Extraktgehalt des Malzes, welcher mindestens 70⁰/₀ erreichen soll, ferner über den Wassergehalt, welcher beim Einkauf des Malzes wohl zu berücksichtigen ist und möglichst nieder sein soll (5—6⁰/₀), endlich kann man das Verhältniss des Zuckers (Maltose) im Extrakt gegenüber den übrigen Bestandtheilen feststellen: der Zuckergehalt übersteigt bei normalem Malz stets den Gehalt an übrigen Bestandtheilen. Je nach Art des Brauverfahrens ist derselbe kleinen Schwankungen unterworfen.

Ob die Proteinstoffe durch das Mälzen diejenigen Veränderungen erfahren haben, wie dies zur Erzeugung eines tadellosen haltbaren Bieres erforderlich ist und ob die übrigen Bestandtheile des Malzes in solcher Form vorhanden sind, dass sie die Hefe normal und kräftig ernähren können, sind Haupt-Faktoren, welche zur Werthschätzung eines Malzes dienen, worüber aber die Wissenschaft zur Zeit noch keine bestimmten Aufschlüsse geben kann.

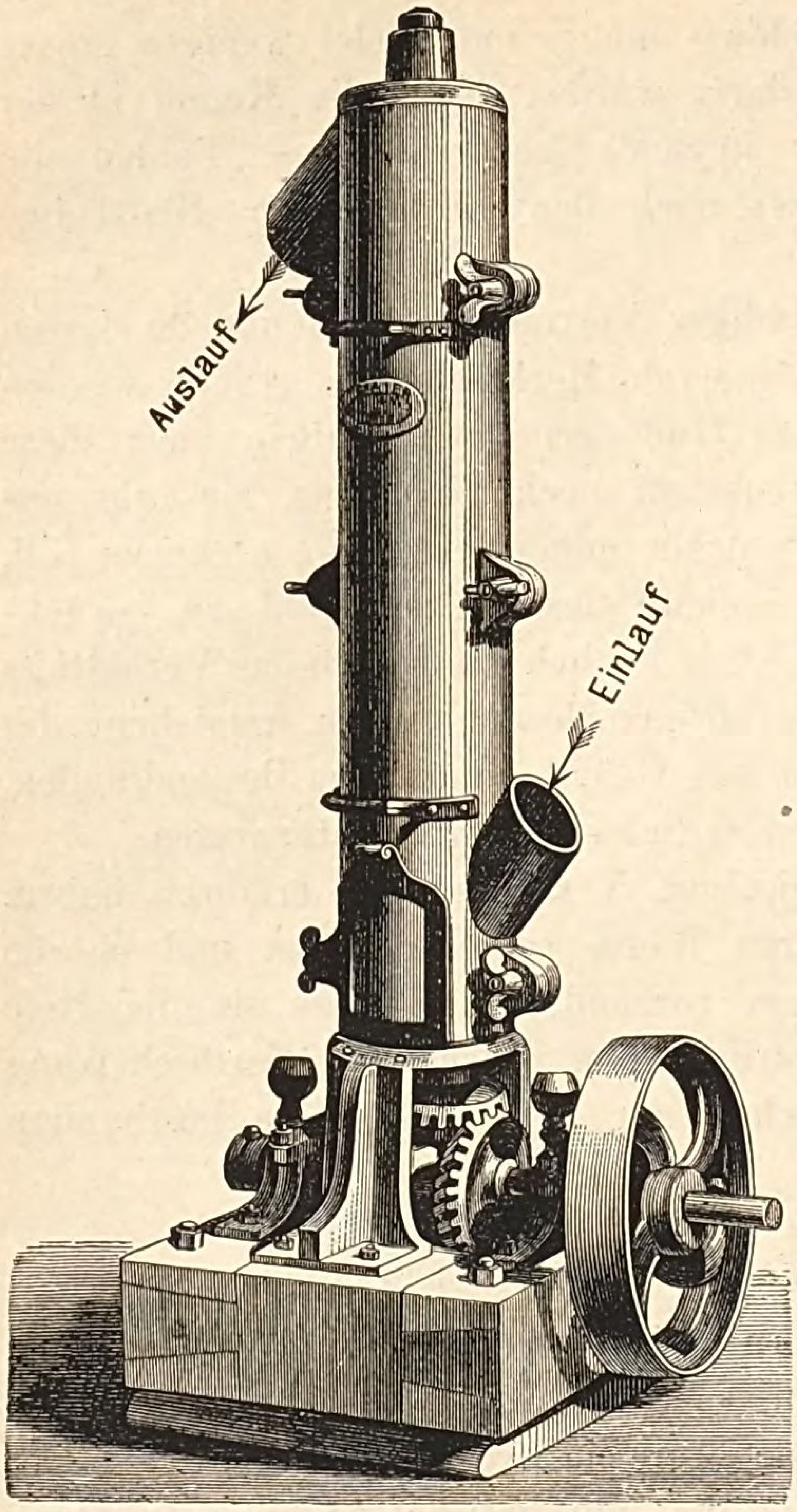
Entkeimen, Putzen und Aufbewahrung des Darrmalzes.

Das Abtrennen der Keime von den Körnern gelingt am besten, wenn das Malz noch warm ist. Bleibt das Malz mit den Keimen bis es abgekühlt ist oder noch länger liegen, so nehmen die sonst spröden Wurzelkeime, weil sie hygroscopisch sind, wieder Wasser auf, sie werden zähe und können durch die gewöhnliche Abreibevorrichtung nicht mehr vollständig vom Korn getrennt werden. Damit das Malz nicht gleich nach der Entfernung von der Darre entkeimt zu werden braucht, findet man in grösseren Malzfabriken und Brauereien Holzvorschläge (sogenannte Malzkästen), welche das noch warme Malz mit den Keimen von der Darre aufnehmen, womit noch der Zweck des Nachdarrens und der des Mischens des Malzes verbunden ist. (B. I S. 64.)

Malz, welches längere Zeit aufbewahrt werden soll, muss vollständig von den Keimen befreit sein und auf trockenem Lager unter Luftabschluss aufgeschüttet werden. Es empfiehlt sich, das sorgfältig geputzte Malz mit Malzkeimen zu bedecken, wodurch die Einflüsse der Luft abgehalten werden. Das Malz zieht, wenn es der Luft ausgesetzt ist, fortwährend Wasser an, was durch eine zeitweise Untersuchung des Malzes auf den Wassergehalt leicht nachgewiesen werden kann. Es findet dieses aber im höhern Grade statt, wenn das Malz mit den Keimen lagert, weil diese die Kanäle bilden, welche das Wasser dem Korne zuführen.

Zum Entkeimen und Putzen des Malzes dienen verschiedene Vorrichtungen und Maschinen. (B. I S. 77). Die Arbeit des Malzputzens zerfällt in 2 Operationen: in das Entkeimen und in das Entfernen der Keime, sowie der sonstigen Verunreinigungen.

Der Entkeimungsapparat (Abreiber) kann ebenso gut, wie der Reinigungsapparat (Siebvorrichtung) ein für sich allein bestehender Apparat sein.



Besondere Schwierigkeiten bietet das Abtrennen der Keime; die Herstellung guter Abreibeapparate ist eine Hauptsache, so dass die Maschinentechniker vielseitig bestrebt sind, diese Apparate immer mehr zu vervollkommnen und für die Zwecke, denen sie dienen sollen, brauchbar zu machen.

Nebenstehendes Bild zeigt einen

Malz-Entkeimungs-Apparat

aus der Maschinen-Fabrik E. Mayer & Cie. in Ulm a/D. für Motoren-Betrieb mit einer solchen Vervollkommnung.

Die Vorzüge des Apparates bestehen darin, dass das Malz mit den Keimen von unten nach oben getrieben wird und zum Zwecke des vollständigen Entkeimens einen längeren Weg durchläuft als dies gewöhnlich bei anderen Apparaten der Fall ist, ferner, dass der Apparat zugleich als Transporteur bei nieder stehenden Malzrümpfen (Kauen) dient.

Der Apparat kann an jedem Malzputz-Cylinder in beliebiger Lage angebracht werden ist sehr solid und kräftig construirt und können innerhalb 1 Stunde 25 Ctr. Malz entkeimt werden.

Waizen-Malz-Bereitung.

Zur Bereitung des Waizenmalzes soll man gleichwie zur Herstellung des Gerstenmalzes nur vorzügliche Frucht verwenden. Man unterscheide nach einfachen äusserlichen Merkmalen zwei verschiedene Waizensorten, die je nach der äusseren Farbe oder nach dem Widerstand, den sie dem Zerkleinern (Zerbeissen) entgegensetzen, entweder weiche oder harte, rothe oder weisse Waizen genannt werden.

Letztere beiden sind Modificationen des weichen Waizen und eignen sich zum Bierbrauen gleich vorzüglich, obwohl man hie und da der rothen Varietät den Vorzug einräumte, was, da dieselbe mehr Kleber und weniger Stärkmehl enthält, als die weisse Art, vom Standpunkte der Bierbrauerei gerade nicht gerechtfertigt erscheint, indem ja die hohe Extraktausbeute des Waizenmalzes immer mit dem hohen Stärkemehlgehalt desselben gleichen Schritt hält.

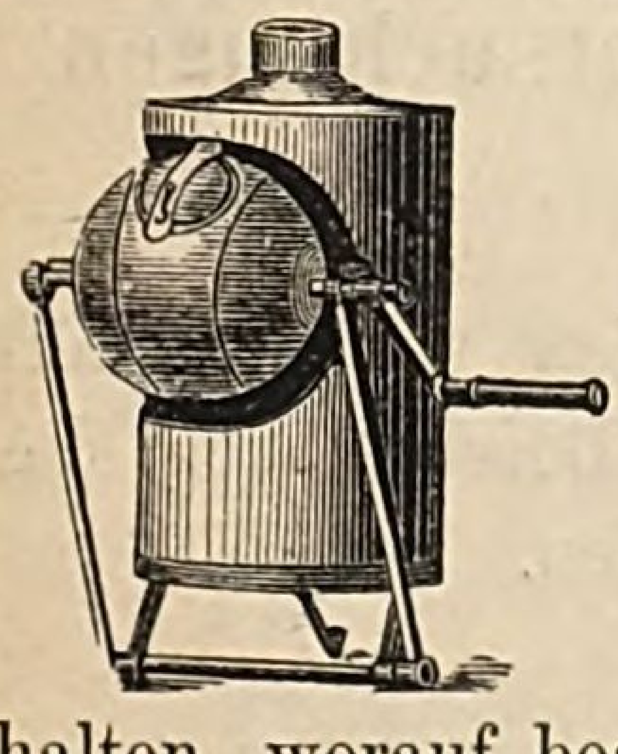
Unter Berücksichtigung der erwähnten Thatsache wird man bei freistehender Wahl immer zum hellgefärbten weichen Waizen greifen und den rothen nur im Nothfalle zur Verwendung bringen.

Das hohe Volumgewicht des Waizens gab häufig zu der anscheinend berechtigten Meinung Veranlassung, dass, wenn man ein Mittel fände, dem Waizenbier den gleichen Grad von Haltbarkeit zu verleihen, wie dies beim Gerstenbier statt hat, man pekuniär vortheilhafter dasselbe zur Bierbereitung verwenden könne. Untersuchungen über die Extraktausbeute von Waizenmalz belehren eines anderen, da dieselbe nur um ein unbedeutendes höher als bei Gerstenmalz von guter Qualität sich stellt. Durch einfache Ueberlegung wird sich schon ergeben, was hier der Versuch fesstellte, indem ja das Stärkemehl, nicht aber der Gehalt an Eiweissstoffen, welch letzterer im Waizen in bedeutend grösserer Quantität als in der Gerste vorhanden ist, das Hauptmittel zur Erzielung einer hohen Extraktausbeute abgibt. In einzelnen Fällen könnte man unserer Behauptung entgegentreten und mit den Versuchen von E. Millon zu beweisen suchen, dass wir doch nicht ganz Recht haben, indem jener in manchen Waizensorten wenig oder nur Spuren von Proteïn- oder Eiweissstoffen nachwies. Allein diese Fälle sind bis jetzt so vereinzelt, dass sie auf Erwähntes keinen Einfluss ausüben. (Bd. II Seite 168—71.) Der Waizen erfordert wegen seiner Dünnhülsigkeit eine kürzere Weichzeit wie die Gerste. Die genügende Quellreife wird meist in 24 — 36 Stunden erreicht. Da sich der Blattkeim nicht unter der Hülse, wie dies beim Gerstenkorn der Fall ist, entwickelt, sondern sich derselbe sammt den Wurzelkeimen ausserhalb der Hülse fortpflanzt, so muss man beim Haufenarbeiten sehr vorsichtig sein, damit die Keimlinge nicht abgestossen werden. Haben sich die letzteren zur halben Länge des Kornes entwickelt, so wird in gleicher Weise wie bei der Gerstenmalz-Bereitung die Filzmalz-Bildung angestrebt.

Das Grünmalz wird auf der Darre sehr dünne gelegt und bei einer Temperatur von 20° R. oder 25° C. getrocknet und mit 50° R. oder 62° C. abgedarrt. Der Gewichtsverlust durch das Mälzen ist beim Waizen etwas geringer wie bei der Gerste. 100 ℔ Waizen geben 80 — 82 ℔ Malz.

Farbmalz.

Zur Erzeugung eines sehr dunklen Bieres bedient man sich eines Zusatzes von Farbmalz. Die Herstellung desselben geschieht unter Benützung von Röstmaschinen, wie solche in Band I dieses Lehrbuches auf Seite 79 abgebildet sind.



Ausser dieser unterscheidet man noch Kugelfarbmalz-Röster; letztere zeigt nebenstehendes Bild und werden in vorzüglicher Construktion von der Firma: F. Wamsler in München, Schellingstrasse 69 angefertigt. Das Rösten des Malzes muss mit aller Vorsicht geschehen.

Als Heizmaterial dient am besten zerkleinertes gut getrocknetes Fichten- und Buchenholz; es ist ein gelindes Feuer zu unterhalten, worauf besonders am Schlusse des Röstprozesses zu achten ist.

Mit Eintritt der Färbung des Malzes tritt ein eigenthümlicher Geruch ein, bei

Wahrnehmung desselben darf nur ein schwaches Feuer unterhalten werden, der Röstungsprozess ist zu unterbrechen, wenn die Hülse des Kornes eine hellbraune Farbe angenommen hat; lässt man den Röstungsprozess weiter vor sich gehen und wird am Schlusse ein zu starkes Feuer unterhalten, so läuft das Malz zusammen und wird der grösste Theil der Körner verkohlt. Hat das Malz die oben bezeichnete Färbung angenommen, so nimmt man den Röstapparat vom Feuer und hält denselben noch einige Minuten in Bewegung; wird der Inhalt entleert, so ist das Malz sofort auseinander zu breiten; im heissen Zustande dunkelt das Malz an der Luft noch sehr stark nach und kann, wenn es nicht gleich auseinander gebreitet wird, auch noch nach der Entleerung zu dunkel werden oder gar noch zusammenlaufen.

100 ℔ Malz liefern 75—84% Farbmalz; ein Hektoliter Malz gibt 110 — 112 Liter Farbmalz (Band II Seite 204). Zur Erzeugung eines Hektoliter Farbmalz sind 20—24 Kilogramm Holz erforderlich.

Die Analyse eines lichtbraunen Farbmalzes von Dr. Reischauer gibt folgende Zusammensetzung:

Trockensubstanz	94,5	%
Extrakt aus der lufttrockenen Substanz	37,36	„
„ „ „ bei 110° getrockn. „	39,53	„
Proteïngehalt im Extrakte	2,69	„
„ in der Malztrockensubstanz	10,63	„
Asche aus dem Extrakte	2,2	„
„ „ der Malztrockensubstanz . .	0,08	„

Farbmalz-Surrogate.

Als solche dienen geröstete Gerste oder sogenannte Biercouleur. Ueber letztere siehe Bd. II 204. Die Herstellung des Färbemittels aus Gerste geschieht in gleicher Weise wie aus Malz.

Zur Entfernung der Extraktivstoffe wird die Gerste 12 Stunden lang mit Wasser in Berührung gelassen und vor dem Rösten an der Luft äusserlich getrocknet.

Färbemittel aus Gerste hat ein weniger feineres Aroma, wie das aus Malz bereitete, jedoch wird die Qualität des Bieres hiedurch nicht beeinflusst.

Beurtheilung, Werthschätzung und chemische Untersuchungen der Rohstoffe.

Der Brauer soll die zur Bierfabrikation erforderlichen Materialien vor der Verwendung genau untersuchen und halten wir es für Vortheilhaft, vor Beschreibung des Brauprozesses die gebräuchlichsten Untersuchungs-Methoden mitzutheilen.

I. Malz.

Das zum Brauen bestimmte Malz darf nicht direkt von der Darre weg in warmem Zustande verwendet werden, sondern es muss vor dem Schroten vollständig abgekühlt

und sorgfältig von den Keimen, Staub und sonstigen Verunreinigungen befreit sein. Längere Zeit gelagertes Malz eignet sich zum Brauen besser als ein ganz junges. Das Malz soll jedoch nicht länger wie 6—7 Wochen, ohne Schutz der Luft ausgesetzt, gelagert werden, weil es sonst Wasser aufnimmt und durch andere weitere Einflüsse an Güte verliert.

Bei Beurtheilung des Malzes ist nun Folgendes zu berücksichtigen:

1. Das Hektolitergewicht und der Zustand der Reinheit;
2. Geruch, Aroma und Beschaffenheit des Mehlkörpers;
3. Bestimmung des Gehaltes der mangelhaft gemälzten Körner.
4. Wassergehalt;
5. Extraktgehalt;
6. Zeitdauer der Extraktifikation (Dextrin und Zuckerbildung);
7. Beschaffenheit und Farbe der Würze;
8. Zusammensetzung des Würzeextraktes.

Erhebung des Hektolitergewichtes und Zustand der Reinheit.

Das zur Verwendung kommende Malz muss, wie bereits Eingangs erwähnt wurde, von den Keimen befreit und staubfrei sein.

Die Wurzelkeime beeinflussen den Geschmack und die Farbe des Bieres. Es soll frei sein von halben und verletzten Körnern, sowie von Schimmel.

Das Hektolitergewicht kann im grossen und im kleinen Verhältnisse bestimmt werden. Bei der Feststellung mit dem Hektolitermaass wird das letztere Gefäss unter langsamer Einlassung des Malzes gefüllt und ohne an dasselbe zu stossen das oben aufliegende Malz vorsichtig mit einem abgekanteten Holzstab abgestreift. Das Hektolitermaass wird vor dem Füllen tarirt und das Gewicht desselben sammt dem Malze auf der Waage festgestellt.

Von 3 Wägungen wird das Mitttel genommen.

Feststellung des Gewichtes im kleinen Verhältniss.

Dieses geschieht mittelst einer eigens construirten Waage.

Diese Getreidewaage besteht aus einem gewöhnlichen Waagebalken, auf dessen einer Seite eine Waageschale zur Auflegung von Gewichten angebracht ist, während auf der anderen Seite sich ein blechernes Gefäss befindet, welches leer mit der Schale, den 500. oder 1000sten Theil eines Hektoliters hält. Dieses lässt man mittelst eines zweiten Gefässes, welches unbedeutend grösser ist und unten eine kleine Oeffnung hat, vollaufen, streicht dann ersteres eben ab und hängt es an den Balken behufs des Wägens. Das gefüllte Hohlgefäss darf in keiner Weise gestossen werden. Die Gewichtstheile sind in dem ähnlichen Verhältnisse zum Centner reducirt, wie der Inhalt des Hohlgefässes zum Hektoliter. Das angezeigte Gewicht ergibt gegenüber dem Messen mit dem Hektoliter 1—2 % Minus Gewicht.*)

Gewichtsbestimmung mit dem 50 Gramm-Fläschchen.

Zur Ausführung der Bestimmung mit dem 50-Gramm-Fläschchen wägt man zuerst das Glas für sich, füllt sodann bis zur Marke dasselbe mit dem Malz und ermittelt

*) Band II dieses Werkes Seite 220.

wiederholt das Gewicht. Zieht man nun von dem ermittelten Gewichte das Gewicht des Fläschchens ab, so ergibt die Differenz das Gewicht der 50 cc. Gerste

$$50 \times 2000 = 100.000 \text{ Gr.} = 100 \text{ K.}$$

Um das Hektolitergewicht zu finden, ist die ermittelte Zahl mit 2000 zu multipliciren, z. B.:

Das Fläschchen allein würde 39,72 Gr. wiegen
„ „ mit Malz „ 65,92 Gr.

so wäre das Gewicht des Malzes 26,20 Gr.

Hektoliter-Gewicht: $26{,}20 \times 2000 = 52{,}40$ Kgr.

Das Gewicht eines Hektoliter Malzes schwankt zwischen 48—56 Kgr.

Aeussere Beschaffenheit. Geruch. Aroma. Zustand und Farbe des Mehlkörpers.

Wie bereits auf Seite 120 hervorgehoben wurde, muss ein gut bereitetes Malz Glanz besitzen und einen vollen Kern zeigen, es muss sich leicht zerbeissen oder mit einem Instrument leicht zerreiben lassen. Es darf nicht mehr grün schmecken, sondern muss beim Zerkauen einen süssen Geschmack zeigen. Der Geruch muss ein aromatischer sein, je mehr sich derselbe dem Geruche der Gerste nähert, desto mangelhafter ist das Malz bereitet. Ist derselbe dumpf und moderig und zeigen die Körner einen Schimmel-Anflug, so deutet dies entweder auf schlechte Aufbewahrung oder auf nachlässige Behandlung im Malzkeller und auf der Schwelke. Ist der Geruch brandig, brenzlich und ähnlich dem eines zu stark gerösteten Kaffee's, so findet man beim Zerbeissen oder Zerreiben mit einem Instrumente viele Körner mit einem verbrannten dunklen Inhalt. Ein Malz mit Körnern von solcher Beschaffenheit bezeichnet man mit überhitzt oder verbrannt. Ein solches Malz löst sich langsam und trotz aller Sorgfalt bei Durchführung des Brauprozesses nur unvollkommen auf. Die erhaltene Würze besitzt meist eine fuchsige Farbe und gibt trotz längerem Maischen stets auf Jod eine Reaktion.

Bestimmung der Anzahl mangelhaft oder gar nicht gemälzter Körner.

Es dient hiezu die Schwimmprobe. 100 Körner werden abgezählt und in ein bis zur Hälfte mit Wasser gefülltes Glas gebracht. Die mangelhaft gemälzten und die verletzten Körner sinken unter; die gar nicht aufgelösten oder die verkleisterten Körner legen sich flach auf den Boden; diejenigen Körner, welche mit ihren Spitzen den Boden berühren, sind ebenfalls beschädigt oder ungenügend aufgelöst. Die Körner mit vollständig befriedigender Auflösung schwimmen auf oder in dem Wasser; diese werden sorgfältig entfernt, dann das Wasser abgegossen und die am Boden liegenden Körner näher untersucht. Es sollen von denselben nicht mehr wie 2—3 % harte Körner und gar keine Körner mit verkleistertem Inhalte vorgefunden werden.

Bestimmung des Wassergehaltes.

Um den Wassergehalt des Malzes zu bestimmen, wäge man etwas mehr wie 5 Gramm davon ab, zerkleinere dasselbe, indem man die Körner entweder in einer Reibschale zerreibt oder auf einer Kaffeemühle fein schrotet.

Das so zerkleinerte Malz wird nun auf ein tarirtes Uhrglas gebracht und auf der Oberfläche desselben möglichst gleichmässig vertheilt, dann das Gewicht erhoben, in den Trockenapparat eingestellt, in welchem die Temperatur auf 100—110 ° C. gesteigert und so lange getrocknet wird, bis kein Gewichtsverlust mehr eintritt. Dieser Zustand tritt gewöhnlich erst nach mehreren Stunden ein.

Nachdem das Malzschrot 2 Stunden in dem Apparat gestanden hat, wird die erste Wägung vorgenommen, nach Ablauf der nächsten halben Stunde die zweite und in einer weiteren halben Stunde die dritte Wägung.

Ergibt sich bei der letzten Wägung keine Gewichtsdifferenz mehr, so wird das Malzschrot mit einem zweiten Uhrglas bedeckt und beide Gläser, mit einer Klemme zusammengehalten, behufs des Erkaltens in einen Exsicator gestellt.

Nach dem Erkalten wird die Klemme mit dem Uhrglas vorsichtig entfernt und noch einmal das Gewicht erhoben.

Beispiel:	Uhrglas leer	15,5 Gr.
	Uhrglas und Malzschrot	20,1 Gr.
	Malzschrot .	5,1 Gr.
	1. Wägung nach 2 Stunden	19,7 Gr.
	2. „ nach Ablauf der nächsten halben Stunde	19,65 Gr.
	3. „ nach Ablauf einer weiteren halben Stunde	19,65 Gr.
	4. Wägung nach dem Erkalten	19,65 Gr.

Gewichtsverlust: 20,1 — 19,65 = 0,45 Gr.

5,1 Gr. Malzschrot verloren 0,45 Gr. Wasser, folglich enthielt das Malz

$$\frac{0,45 \times 100}{51} = 9,01\ \%\ \text{Wasser.}$$

Der Wassergehalt des Malzes wechselt von 3,44—13,5 %, je niederer derselbe ist, desto besser ist das Malz ausgedarrt und desto sorgfältiger war das Malz aufbewahrt. Ist das Malz längere Zeit der Luft ausgesetzt, so nimmt der Wassergehalt fortwährend zu. Es geschieht das um so mehr, und um so schneller, wenn das Malz, ohne von den Wurzelkeimen befreit zu sein, aufbewahrt wird.

Dr. Lermer untersuchte Malz, welches $^1/_2$ Fuss hoch mit Keimen bedeckt war und 4 Monate gelagert hatte und fand:

in den Keimen an der Oberfläche	10,73	Prozent Wasser
in dem Malze unter den Keimen	7,83	„ „
„ „ „ 1 Fuss tiefer	6,20	„ „
„ „ „ 2 „ „	5,66	„ „
„ „ „ 4 „ „	3,97	„ „
„ „ „ 7 „ „	3,44	„ „

Bestimmung des Extraktgehaltes.

Zur Bestimmung des Extraktgehaltes dienen verschiedene Methoden, die gebräuchlichste ist die Proportionalitäts-Methode zwischen dem Gesammt-Wassergehalte der Maische und dem Extraktgehalt der Würze, sie wird in folgender Weise durchgeführt:

Man wägt zunächst auf einer sogenannten Tarirwaage etwas über 100 Gr. Malz ab und schrotet diese Menge auf einer Kaffeemühle zu einem möglichst feinen Pulver. Von diesem Malzschrot wägt man darauf genau 100 Gr. in einem tarirten Messingkessel,

fügt 400 cbc. destillirtes Wasser hinzu, rührt mit einem Thermometer, den man auch bei dem nun folgenden Maischen als Maischscheit verwendet, gut um und bringt den Kessel alsdann auf ein Wasserbad, welches man sehr langsam erwärmt, so dass die Maische in ungefähr $1^1/_2$ Stunde die Temperatur von 60° C. erreicht. Während des Maischens hat man darauf zu sehen, dass sich kein Malzschrot an dem oberen Theil des Kessels ansetzt, weil hierdurch ein Extraktverlust entstehen würde, um dieses zu vermeiden, spritzt man mit einem sehr dünnen Wasserstrahl die etwa anhaftenden Treber-Partikelchen zu der Maische zurück. Man hält die Temperatur von 60° C. so lange ein, bis die Jodreaktion nur noch schwach auftritt, steigert darauf die Temperatur sehr langsam auf 70° C., bei welcher Temperatur man die Maische so lange erhält, bis die Jodreaktion gänzlich verschwunden ist. Man nimmt jetzt das Thermometer aus der Maische heraus, spritzt den an demselben anhängenden Extrakt vorsichtig in den Kessel hinein und bringt letzteren auf die freie Flamme, um die Maische 5 — 10 Minuten aufkochen zu lassen. Man kühlt dann die Maische ab und ergänzt auf der Waage das Gewicht des Wassers auf 500 Gr., so dass das Gesammtgewicht des Kessels nebst Inhalt, wenn der Kessel 150 Gr. wiegt, 750 Gr. betragen muss, entstanden aus 500 Gr. Wasser + 100 Gr. Malz + 150 Gr. Gewicht des Kessels.

Die Masse muss jetzt sehr gut durcheinandergemischt werden, ferner sucht man den durch das Kochen der Maische an den Kesselwandungen anhaftenden Extrakt durch Abreiben mit einem Glasstab mit der Maische zu vereinigen, lässt die Maische 10 Minuten absitzen und filtrirt dann durch ein trockenes Beuteltuchfilter in ein ebenfalls trockenes Gefäss. Den Extraktgehalt der erhaltenen Würze erfährt man nun, indem man mittels des Pycnometers das specifische Gewicht derselben bestimmt und darauf in der Tabelle von Balling oder Schulze den dem sp. Gew. entsprechenden Extraktgehalt nachschlägt; oder auf einfache Weise denselben mittels eines genauen in $^1/_{10}$Grade eingetheilten Saccharometers ermittelt. Da bei der nun folgenden Berechnung des Extraktgehaltes des Malzes die in demselben enthaltene Wassermenge zu berücksichtigen ist, so nimmt man zugleich mit der Extraktbestimmung auch die Bestimmung des Wassergehaltes des Malzes vor.

Es seien z. B. folgende Zahlen gefunden worden:

Wassergehalt des Malzes 5,8
Extraktgehalt der Würze 12,3.

Da das Malz 5,8% Wasser enthält, so muss diese Zahl einerseits zu den 500 cbc. Wasser hinzugezählt, anderseits von den 100 Gr. Malz abgerechnet werden, so dass der aus 94,2 Gr. Malztrockensubstanz erhaltene Extrakt nicht in 500 Gr., sondern in 505,8 Gr. Wasser gelöst ist.

Wenn der Extraktgehalt der Würze 12,3 beträgt, so heisst dieses soviel, dass in 100 Gr. der Flüssigkeit 12,3 Gr. Extraktgehalt und 87,8 Gr. Wasser enthalten sind.

Wenn nun auf 87,7 Gr. Wasser 12,3 Gr. Extrakt treffen, so treffen auf 505,8 in welchen der Gesammtextrakt gelöst ist = 70,94 Gr.

Diese Extraktmenge kommt aber von 94,2 Gr. Trockensubstanz her, um auf 100 Gr. Trockensubstanz zu berechnen, muss eine zweite Berechnung vorgenommen werden.

Sind in 94,2 Gr. 70,94 Gr. Extrakt enthalten, so sind in 100 Gr. 75,27%.

Zur Umgehung vorstehender Rechnung dient übenstehende Tabelle, auf welcher der Extraktgehalt eines Malzes direkt abzulesen ist.

Saccharometer-Anzeige		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10%	55,56	56,174	56,792	57,4135	58,04	58,66	59,284	59,9104	60,54	61,17
11 „	61,80	62,43	63,063	63,6978	64,334	64,971	65,6108	66,2514	66,89	67,54
12 „	68,1818	68,828	69,476	70,13	70,776	71,428	72,0823	72,737	73,394	74,053
13 „	74,7126	75,373	76,037	76,701	77,367	78,0346	78,703	79,374	80,05	80,72

Der Extraktgehalt eines Malzes auf Trockensubstanz berechnet wechselt von 70—80 %. Ein gutes Malz muss mindestens 70 %, auf Trockensubstanz berechnet 76 % Extrakt enthalten.

Zeitdauer der Extraktifikation.
(Dextrin und Zuckerbildung.)

Besondere Berücksichtigung verdient die Zeit, welche erforderlich ist, in welchem sich die Umsetzung der Malzbestandtheile in lösliche Substanz vollzieht. Die Umsetzung der Malzbestandtheile erfolgt bei niederer Temperatur gedarrten Malzes schneller, wie bei hoher Temperatur gedarrten; am langsamsten und unvollkommensten erfolgt die Umsetzung, wenn das Malz zu stark gedarrt ist und viele verbrannte Körner enthält. Die Verzuckerung nimmt bei 60° C. ihren merklichen Anfang, maischt man allmählich auf 70° C., so tritt die vollständige Verzuckerung bei gut aufgelöstem und leicht gedarrtem Malze gewöhnlich innerhalb 20—25 Minuten ein. Nachgewiesen wird der Act der vollendeten Verzuckerung durch die bekannte Jodreaktion.

Man verfährt dabei in folgender Weise: Jod wird in Alkohol unter Zusatz von etwas Jodkalium aufgelöst und die Lösung mit destillirtem Wasser bis zur weingelben Farbe verdünnt. Von der Maische bringt man einige Tropfen auf ein Porzellanschälchen und setzt etwas von der weingelben Jodlösung bei, ist noch Stärke oder Kleister vorhanden, so entsteht eine schwarze blaue Färbung. Tritt eine rothbraune Färbung ein, so lässt dieselbe auf Gegenwart von Erytrodextrin schliessen.

Bei hochabgedarrten Malz vollzieht sich die Umsetzung langsamer 45—60 Minuten, bei braunem Malze kann überhaupt nicht bis zum Verschwinden der Jodreaktion gemaischt werden, und tritt selbst noch nach stundenlanger Einhaltung der Verzuckerungstemperatur mit Jod eine Reaktion ein.

Ein Malz von solcher Beschaffenheit gibt im Grossbetrieb meist zwischen den im Laboratorium gefundenen und den in der Praxis erhaltenen Extrakt eine grössere Differenz wie vollkommen gut aufgelöstes und sorgfältig gedarrtes Malz. Die Differenz beträgt bei gutem Malz unter Anwendung gewöhnlicher Läuterbottiche 6—7 %. Wird der Welz-Rittner-Läuterapparat angewendet, so findet nur eine Differenz von 2—3 % statt.

Beschaffenheit und Farbe der Würze.

Die durch regelrechtes Maischen erzeugte Würze soll rasch ablaufen, vollkommen klar sein, einen aromatischen Geruch besitzen und sehr süss schmecken.

Zur Bestimmung der Farbe sind 2 Methoden bekannt, Stammer's Farbenmaass und die Methode Reischauer unter Anwendung $^1/_{10}$ Normal-Jodlösung.

Erstere erfordert einen complicirten Apparat und ist schwerer in der Ausführung wie letztere, welche ohne wesentliche Ausgaben leichter durchführbar ist; wir wählten desshalb letztere. Jod- und Eisenchlorid-Lösungen haben eine grosse Aehnlichkeit mit der Farbe des Bieres. Von diesen beiden Materialen eignet sich Jod am Besten, weil

man Jod leichter in reinem Zustand abwiegen kann, während Eisenchlorid rasch aus der Luft Wasser anzieht, wodurch ein directes Wägen nahezu unmöglich wird. Zur Herstellung einer $^{1}/_{10}$ Normal-Jodlösung benützt man 12,7 gr. Jod (es ist dies ein Zehntel Aequivalent Jod), welches in einem Liter destillirten Wassers unter Zusatz von etwas Jodkalium aufgelöst wird. Von dieser Lösung fügt man zu 100 cbcm. Wasser so lange zu, bis das Wasser die Farbe des Bieres, welches man auf Farbentiefe prüft, erreicht hat. Die

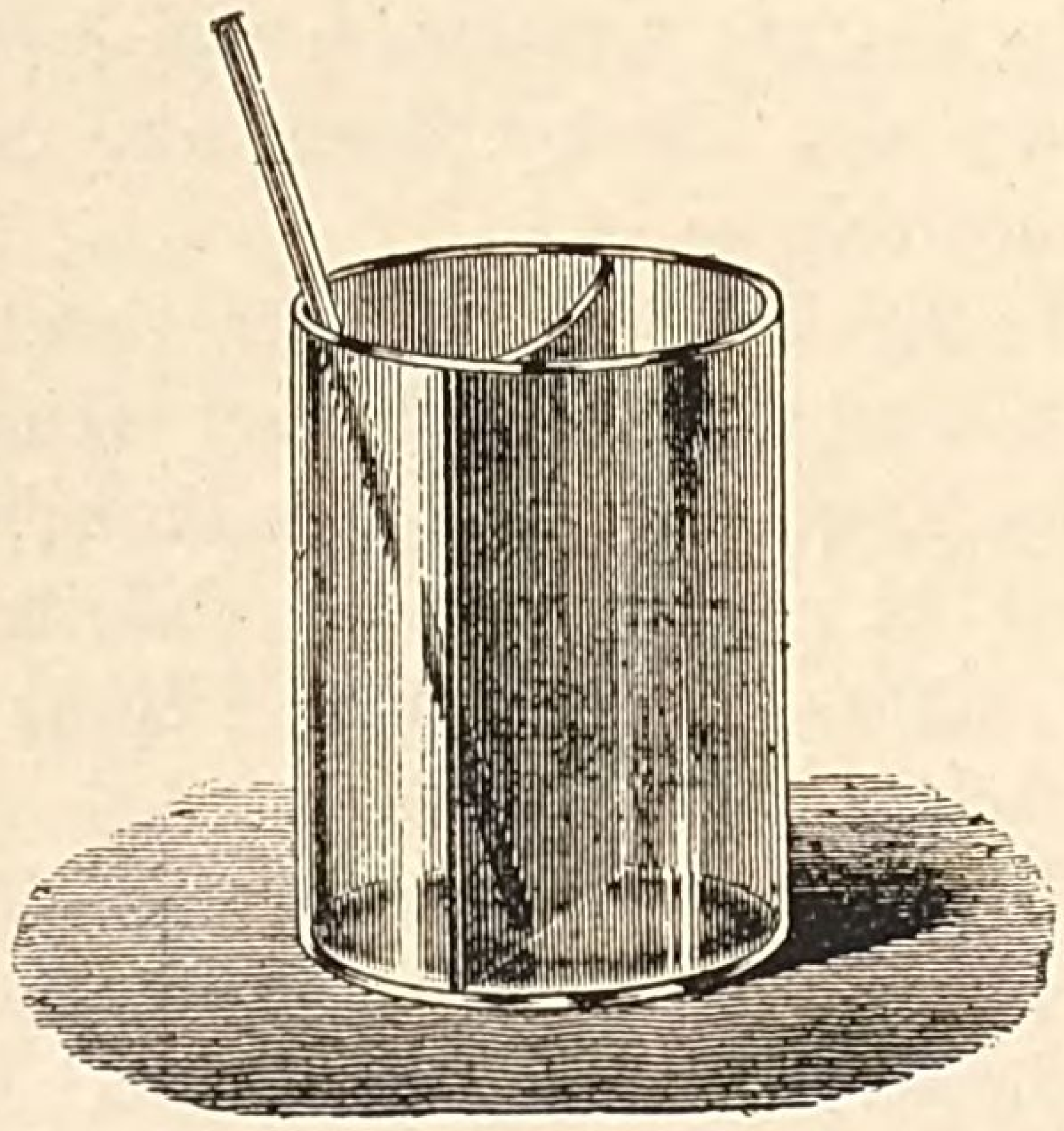


Fig. 1.

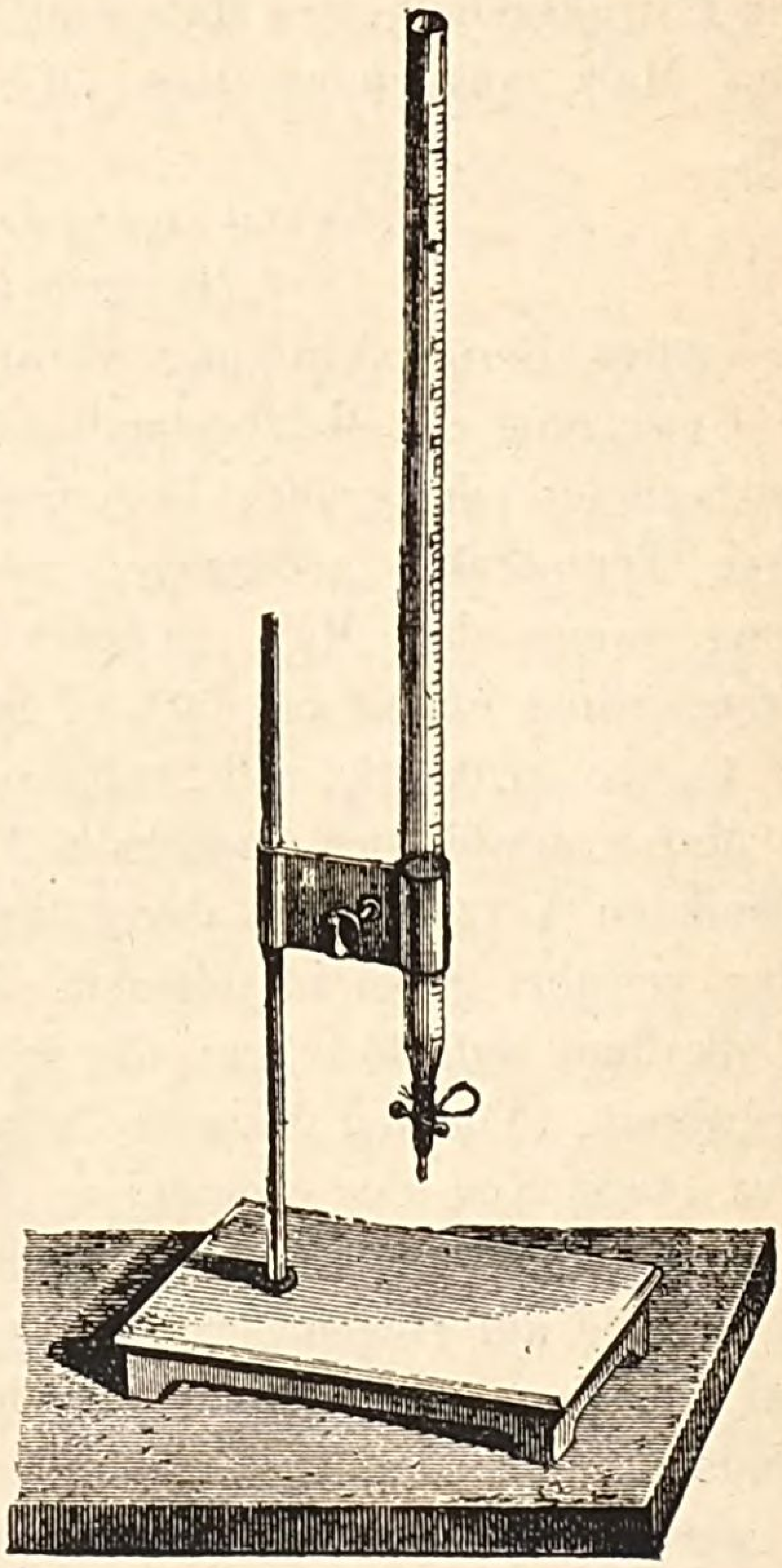


Fig. 2.

Ausführung dieser Untersuchung kann am Besten mit einem sog. Brausepulverglas vorgenommen werden. Es ist dies ein cylindrisches Glas, welches durch eine Scheidewand in 2 gleiche Fächer getheilt ist. Die beiden Fächer sind auf 100 cbcm. geaicht; ein Fach wird nun bis zur Aiche mit Wasser, das andere mit dem zu prüfenden Bier gefüllt. Figur 1 zeigt das Gefäss. Von der $^{1}/_{10}$ Normal-Jodlösung bringt man in eine in Zehntel getheilte Bürette (Figur 2) bis auf eine bestimmte Anzahl, etwa 10 cbcm.; von dieser Lösung lässt man nun so lange in das Wasser eintropfen, bis das Wasser die Farbe des Bieres erreicht hat. Während des Zufügens der Jodlösung wird das Wasser mit einem Glasstäbchen fleissig umgerührt, damit sich die Jodlösung gleichmässig im Wasser vertheilt. Zur Feststellung des Punktes der Farbengleichheit hält man das Glas öfters gegen das Licht und fügt zuletzt immer nur einige Tropfen der Jodlösung bei, damit nicht ein Ueberschreiten der Farbentiefe des Bieres eintritt. Nun liest man von der Bürette die verbrauchten cbcm. Jodlösung ab. Hat man z. B. 5 cbcm. verbraucht, so wird die Farbe der Würze schon eine sehr dunkle sein. Als blässeste Farbe ist bei

diesen Untersuchungen die Würze anzunehmen, deren Farbe schon erreicht ist, wenn 0,6 cbcm. $^1/_{10}$ Normal-Jodlösung in 100 cbcm. Wasser zugefügt ist.

Sind für eine 12 % Würze bis zum Ausgleich der Farbentiefe mehr wie 5 cbcmtr. Jodlösung erforderlich, so ist die Farbe schon eine sehr dunkle und sollen auch Würzen aus Malz für bayrische Biere diese Grenzen nicht überschreiten.

Zusammensetzung des Würzeextraktes.

Der Würzeextrakt besteht aus Maltose, verschiedenen Dextrinarten, stickstoffhaltigen Körpern, organischen und unorganischen Säuren und Salzen.

Der Gehalt an Maltose in 100 Extrakt wechselt je nach Beschaffenheit des Malzes und je nach dem angewendeten Brauverfahren von 54—69 %. Der übrige Gehalt des Extraktes fällt überwiegend prozentisch auf das Dextrin, man stellt deshalb bei Beurtheilung des Malzes den Gehalt des Extraktes an Maltose der Nichtmaltose gegenüber. Der Maltosegehalt des Malzextraktes ist bei normalem Malz stets grösser wie der der Nichtmaltose.

Von dem genügenden Gehalte an Maltose in der Würze suchte man den guten Verlauf der Gährung und eine normale Hefenbildung abzuleiten; diese Annahme hat sich jedoch in der Praxis nicht für alle Fälle bestätigt und könnte man ein Malz nur dann als absolut für schlecht erklären, wenn der Maltosegehalt in der Würze unter 58 % zurückginge; dagegen lässt sich nicht behaupten, dass ein Malz, welches eine Würze mit 60 % Maltosegehalt liefert, dieser den normalen Verlauf der Gährung und der Hefenbildung sichert, sondern man hat einen grossen Werth darauf zu legen, zu ermitteln, in wie weit die Umsetzungen der stickstoffhaltigen Bestandtheile durch den Akt des Keimens erfolgt sind, und in welcher Weise dieselben durch den Darrprozess jene Form erreicht haben, in welcher sie der Hefe als Nährmittel dienen können.

Mit der Menge der Stickstoffnahrung nimmt nach Nägeli die Hefenbildung und die damit verknüpfte Gährkraft derselben zu. — Einen Hauptwerth legte man auf die Gegenwart von Peptonen im Malz.

In 100 cc 12 % Würze wurde nur 0,05—0,2 % Peptone gefunden.

Der Gehalt an Pepton kann es somit allein nicht sein, welcher den guten Verlauf der Gährung sichert, sondern es sind dies noch andere stickstoffhaltige Verbindungen, welche sich während des Keimens, des Darrens und des Brauens aus dem Eiweissstoffe bilden; es sind amidartige Verbindungen, auf welche Professor Ullick zuerst aufmerksam gemacht hat. (Seite 120 dieses Bandes.)

Da nun die Untersuchung der einzelnen Amidokörper eine sehr umständliche und äusserst schwierige ist, und viel Zeit in Anspruch nimmt, so ist es bei Beurtheilung des Malzes von besonderem Interesse, zu erfahren, unter welchen Verhältnissen das Malz gekeimt hat und wie es gedarrt wurde. Eine langsame Keimung, welche innerhalb 8—9 Tagen starke und lange Wurzelbildung hervorbringt, neben einer genügenden Blattkeimentwicklung, vorsichtiges und langsames Darren bei genügend hoher Temperatur (62—68 ° R.), ohne den Inhalt einzelner Körner zu stark zu bräunen, oder gar zu verbrennen, sind Haupterfordernisse zur Sicherung eines normalen Gährungsverlaufes und einer guten Hefenbildung.

Würze aus zu rasch gewachsenen und in verhältnissmässig kurzer Zeit (7—8 Stunden) gedarrtem Malz liefert hoch vergährendes Bier und degenerirte Hefe.

Die Untersuchung des Malzes und des Malzextraktes auf Zucker, Dextrin, Be-

stimmung des Stickstoffgehaltes, der Säuren u. s. w. erfordert gewisse chemische Kenntnisse. Es soll desshalb in nachfolgendem das Nothwendigste über den Begriff der analytischen Chemie, sowie die Anweisungen zu solchen Untersuchungen gegeben werden.

Diese beschäftigt sich mit der Untersuchung von Körpern oder Gemengen auf ihre Bestandtheile. Man bedient sich hiezu vorzüglich charakteristischer Eigenschaften der Substanzen, vermittelst deren sie sehr leicht erkannt werden können. Man nennt diese Operation reagiren und den Vorgang eine Reaktion. So sagt man eine Flüssigkeit reagirt sauer, wenn blaues Lackmuspapier roth wird, eine Flüssigkeit reagirt alkalisch, wenn rothes Lackmuspapier blau oder gelbes Curcumapapier braun wird. Wenn man z. B. eine Auflösung eines Silbersalzes mit Salzsäure mischt, so entsteht ein weisser käsiger Niederschlag, der selbst bei sehr geringen Mengen Silber und Salzsäure noch sichtbar wird; man reagirt daher mit Salzsäure auf Silber und sagt die Salzsäure (H Cl) ist ein feines Reagens auf Silber (Ag).

Man unterscheidet eine qualitative und eine quantitative Untersuchung. Jene bestimmt bloss die Natur der vorhandenen Substanzen; diese aber die Mengen derselben.

Zu den wichtigsten analytischen Operationen gehört die Auflösung. Man unterscheidet eine einfache nnd eine chemische Auflösung; bei der ersten wird der aufgelöste Körper in seiner Natur gar nicht verändert, dagegen wohl bei der zweiten.

Unter Auflösung in seiner allgemeinsten Bedeutung versteht man die Vereinigung irgend eines Körpers mit einer Flüssigkeit zu einem gleichmässigen Liquidum.

Ist der sich lösende Körper ein Gas, so nennt man diese Auflösung eine Absorption. Man sagt z. B. die Kohlensäure ist von Wasser oder Bier absorbirt. Bei einer chemischen Auflösung werden die Eigenschaften eines Stoffes verändert. Wenn man z. B. Zink oder Kupfer in Salpetersäure auflöst, so bekommt man beim Abdampfen nicht mehr das unveränderte Zink oder Kupfer, sondern eine neue Verbindung mit Salpeter-Säure, nämlich salpetersaures Zink oder salpetersaures Kupfer.

Ein in Wasser löslicher Körper löst sich nur bis zu einer ganz bestimmten Grenze; man nennt diese Auflösung gesättigt. Ist diese Grenze nicht erreicht, so ist die Lösung ungesättigt.

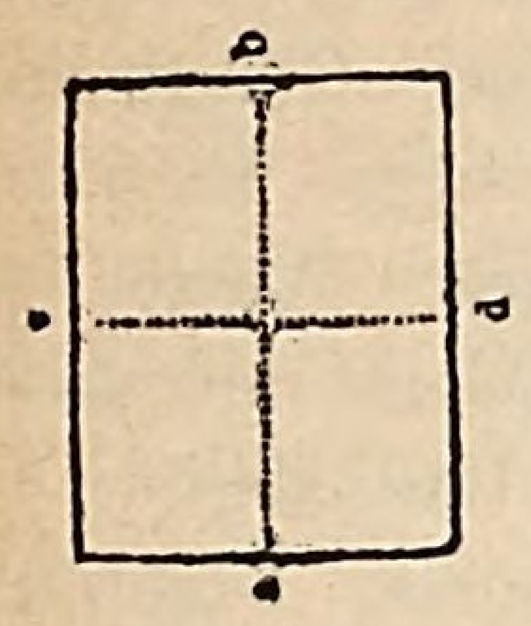
Die fetten Körper lösen sich in erhitzten Flüssigkeiten leichter auf, als in kalten, die Gase aber leichter in kalten als in heissen Flüssigkeiten, auch lösen sie sich leichter unter Druck, als ohne denselben. Zu den weiteren Operationen gehört das Verdampfen. Dieses wird angewendet, um einen in aufgelöstem Zustande befindlichen Körper von anderen Substanzen zu isoliren.

Andere Verfahren sind die Präcipitation und die Krystallisation.

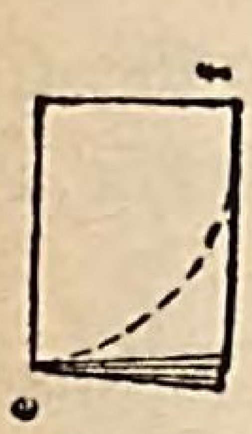
Viele Körper haben die Eigenschaft sich zu regelmässigen Gestalten (Krystallen) zu gruppiren.

Wenn man z. B. eine Glaubersalzlösung abdampft bis sich eine Krystallhaut zeigt und in der Kälte längere Zeit stehen lässt, so bilden sich grosse regelmässige Krystalle. Durch diese Operation lassen sich leicht krystallisirbare Körper von fremden Beimengungen trennen und so im Zustande grosser Reinheit gewinnen. Filtration: Diese dient zur Abscheidung fester Körper von flüssigen, wenn sie darin nicht gelöst, sondern blos suspendirt sind, also nur mechanisch in der Flüssigkeit schwimmmen. Die Filtration kann zu zweierlei Zwecken dienen, entweder ist die Hauptsache derselben, die Flüssigkeit klar zu erhalten oder den in der Flüssigkeit erhaltenen Niederschlag zu

sammeln. Man benutzt dazu ein eigens angefertigtes Filtrirpapier, woraus man sich entweder ein glattes oder ein Faltenfilter bereitet. Ersteres stellt man auf folgende Weise her: Ein viereckiges Stück Filtrirpapier wird zweimal zusammengelegt nach den Linien a, b, c, d, so dass die 4 Ecken aufeinander zu liegen kommen, wie dies Figur 1 und 2 veranschaulicht. Man schneidet diese Ecken nach dem Bogen e f ab entfernt man nun eine der vier Papierlagen, von den übrigen drei, so entsteht ein kegelförmiger Behälter, wie ihn Figur 3 zeigt. Dieses glatte Filter benützt man bei solchen Untersuchungen, wo ein Verlust des Filterrückstandes nicht eintreten darf. Soll dagegen eine Flüssigkeit rasch filtrirt werden und der Filterrückstand nicht in Betracht kommen, so dient hiezu ein sogenanntes Faltenfilter.


Figur 1.

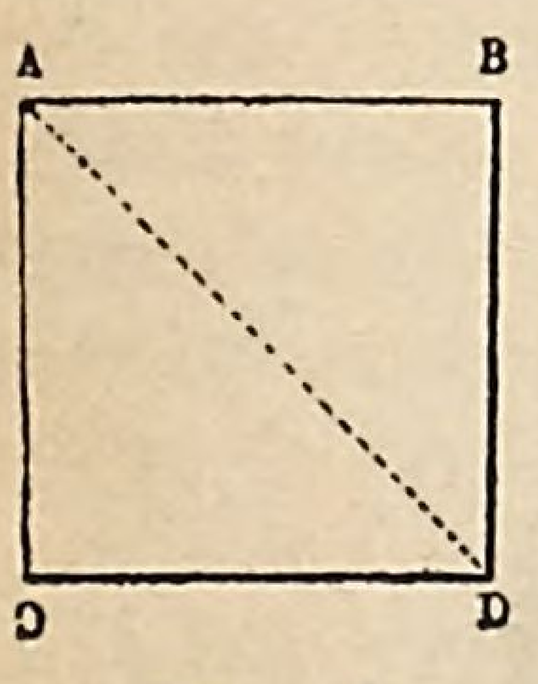
Die Anfertigung geschieht in folgender Art: Man schneidet zuerst ein Viereck A B C D (Figur 4) aus dem Papier und legt dieses nach der Diagonale B C zusammen, wodurch das Dreieck C A B (Figur 5) zum Vorschein kommt, dessen Seite B C man vor sich legt. Dies Dreieck wird nun in der Mitte gefaltet, so dass die Ecke B auf C zu liegen kommt, wodurch die beiden Dreiecke A E C und A E B entstehen. Diese beiden Dreiecke theilt man in vier gleiche Theile, indem man E C auf E A legt, wodurch die Falte E F entsteht; ebenso wird auf der andern Seite die Falte E G gemacht.


Figur 2.

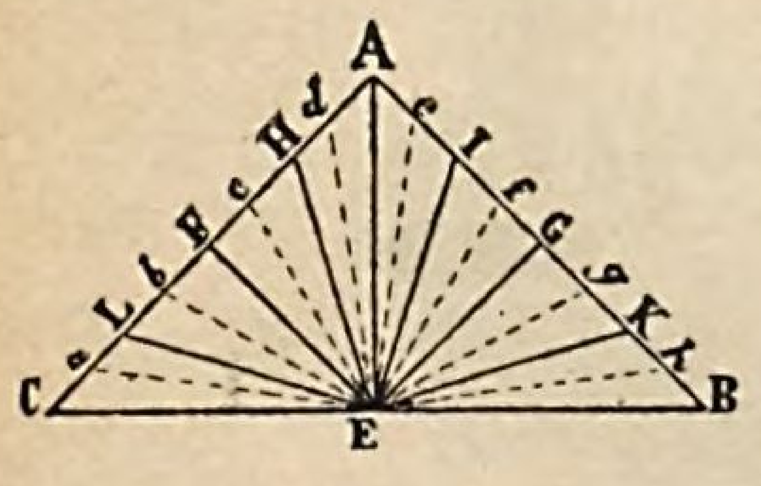
Nun legt man E B auf E G und bekommt die Falte E K; C E auf F E gelegt gibt die Falte L E; B E auf F E gibt die Falte J E, C E auf G E gibt die Falte H E. So hat man sämmtliche Falten, die nach derselben Seite zugekehrt sind. — Nun dreht man das Papier um und legt wieder die Seite C B vor sich hin. Theilt man nun die Dreiecke B E K, K E G, G E J, J E A, A E H, H E F, F E L und L E C jedes in zwei gleiche Theile, so entstehen die Falten a, b, c, d, e, f, g und h, deren Kanten nach der umgekehrten Seite von den ersten Falten gerichtet sind.

Figur 3.

Das so in Falten gelegte Papier hat jetzt die Gestalt eines Fächers (Figur 6), von welchem man die vorstehenden Faltenspitzen abschneidet, um den Rand gleichmässig zu machen. — Nun entfaltet man das Filter, ohne aber die Falten zu ändern. Die Falten bilden dann abwechselnd einen vorspringenden und einen zurückspringenden Winkel, ausgenommen die beiden Punkte b und c (Figur 6), die immer zwei vorspringende Winkel bilden. Den Raum zwischen diesen beiden Winkeln biegt man auf, indem man ihre Kanten aufeinander legt und mit der Hand leise bis nach unten darüber hinstreicht, wodurch auf beiden Seiten ein einspringender Winkel entsteht. Nun wird das Filter (Figur 7) in den Trichter gestellt und die zu filtrirende Flüssigkeit langsam eingegossen, damit es nicht zerreisst.



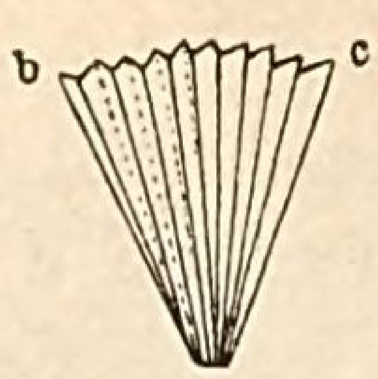
Figur 4.



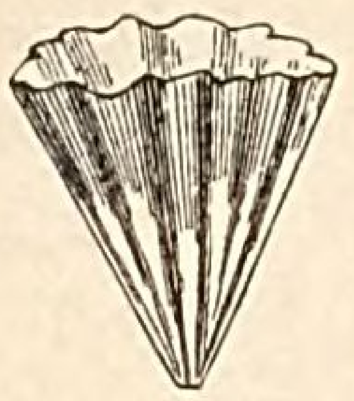
Figur 5.

Auswaschen. Hat man aus einer Flüssigkeit die festen Bestandtheile durch Filtration entfernt und will den erhaltenen Rückstand in reinem Zustande erhalten, so muss man ihn auf dem Filter so lange mit destillirtem Wasser oder in gewissen Fällen auch mit Alkohol und Aether auswaschen, bis die Waschflüssigkeit beim Verdampfen keinen Rückstand hinterlässt.

Trocknen. Sehr häufig ist es nothwendig, einen Körper vollkommen trocken zu haben, besonders bei einer Wägung. Man erhitzt dann denselben in einem Wasser- oder Luftbad, so lange er noch an Gewicht abnimmt. Häufig verändert sich der Körper bei Anwendung einer höheren Temperatur und trocknet ihn dann, indem man ihn in einem Exsicator längere Zeit lässt. Dieser besteht aus einer Glasglocke, unter der sich ein Gefäss mit concentrirter Schwefelsäure befindet. Siehe Figur 8. Diese hat nämlich die Eigenschaft, mit grosser Begierde Wasser an sich zu ziehen; der Körper wird dadurch allmälig trocken, indem er stets Wasser an die durch die Schwefelsäure getrocknete Luft abgibt.



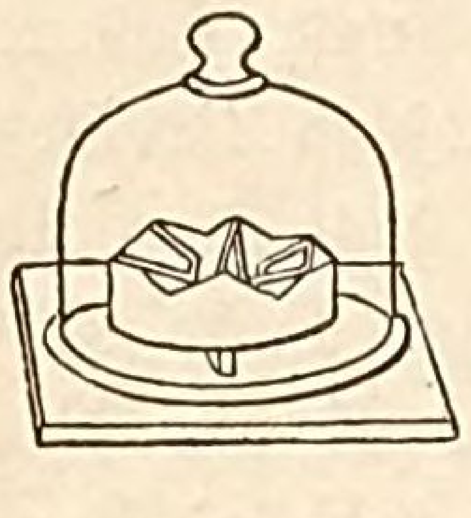
Figur 6.



Figur 7.

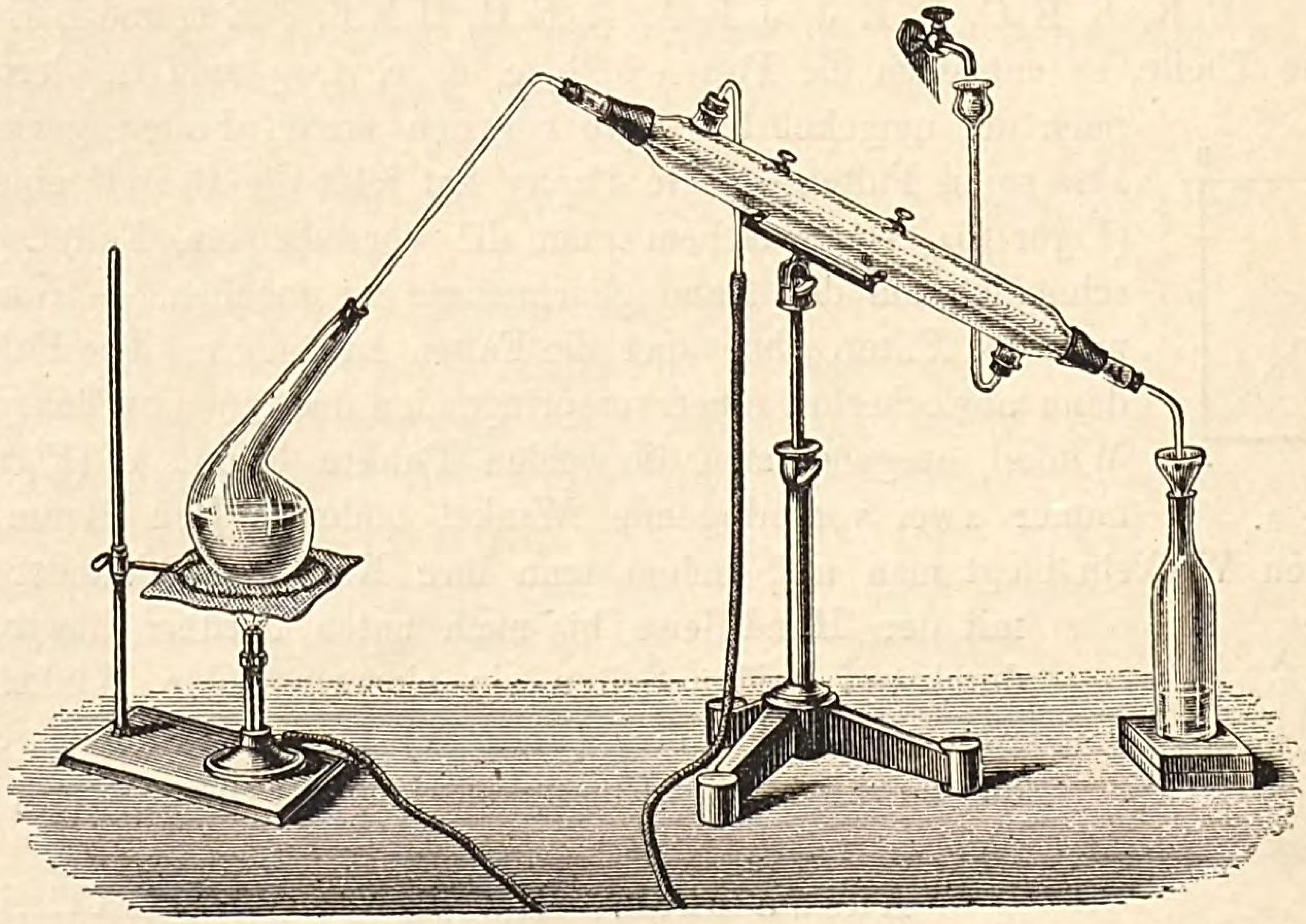
Destillation. Sie hat die Trennung eines leicht flüchtigen Körpers von einem weniger flüchtigen zum Zweck, wobei gewöhnlich die leichter flüchtige Flüssigkeit gewonnen werden soll. Um eine Destillation vornehmen zu können, muss ein besonderer Apparat (Retorte mit Kühler, welche Gegenstände Fig. 9 darstellt) aufgestellt werden, welcher die sich verflüchtigenden Dämpfe aufnimmt und nach geschehener Abkühlung wieder als Flüssigkeit liefert.

Sublimation. Verwandelt man feste Körper durch Erhitzen in Dampfform und verdichtet diesen Dampf wieder durch Abkühlung, so nennt man diesen Vorgang Sublimation; den wieder erhaltenen Körper Sublimat.



Figur 8.

Titration oder Volumination. Für analytische Zwecke bedient man sich mit vielen Vortheilen statt der direkten Wägung des sogenannten Titrirverfahrens oder der massanalytischen Methode. Weiss man nämlich,

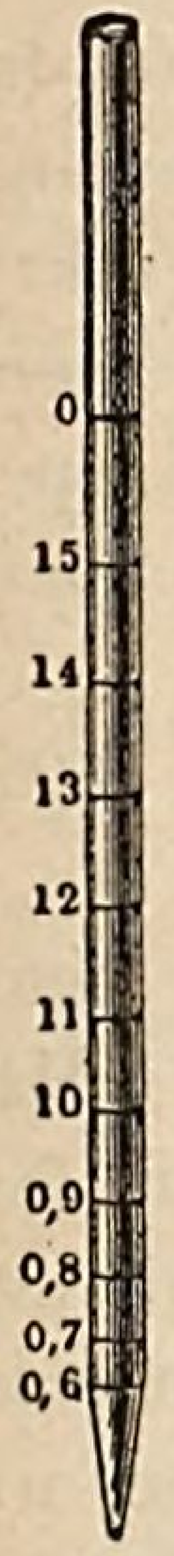


Figur 9.

wie viel von einem bestimmten Körper in einem gegebenen Raumtheil oder Volumen

seiner Lösung enthalten ist, oder welchen Wirkungswerth ein bestimmtes Maass einer Lösung hat, so ist damit der Gehalt in jedem beliebigen Volumen derselben Flüssigkeit gegeben.

Hätten wir z. B. ein bestimmtes Volumen einer alkalischen Lösung mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, bis eben Neutralisation eintritt, d. h. bis Lackmuspapier nicht mehr verändert wird, und fänden nun, dass von einer anderen Lauge ein doppelt so grosses Volumen nöthig wäre um dieselbe Menge Schwefelsäure zu neutralisiren, so wüssten wir damit, dass die zweite Lauge in dem doppelten Volumen einer gleichen Menge Alkali, wie die andere in dem einfachen enthielt oder mit anderen Worten, dass die zweite nur $^1/_2$ mal so stark ist, als die erste.



Figur 10.

Die Titrirmethode ist besonders wichtig bei der Zuckerbestimmung in Würzen, bei Amoniakbestimmungen, Bestimmungen von organischen Substanzen im Wasser, bei denen von Chlor, Phosphorsäure und Eisen. Wichtig für die Mass-Analyse sind die Pipetten und die Büretten; ferner die Mess-Cylinder und Messkolben. Unter den Büretten ist die praktischeste Form die Mohresche Quetsch-Handbürette (Figur 10; auch Seite 130); sie stellt eine unten zu einem Schnabel graduirte Röhre dar mit einem kurzen Kautschuckrohr, wobei man den Ausfluss vermittelst eines Quetschhahnes regulirt; beim Ablesen hat man immer den unteren Meniscus der Flüssigkeitssäule zu berücksichtigen.

Man lässt von der titrirten Flüssigkeit in der Bürette allmälig in die zu titrirende Flüssigkeit einfliessen, bis genau der Punkt getroffen wird, wo sich der geringste Ueberschuss der einfliessenden Lösung zeigt. Man rührt während der Operation immer gut um mit einem Glasstabe; um nun den Punkt genau zu erkennen, bei dem der Zufluss aus der Bürette gerade aufhören muss, hat man verschiedene Mittel, die man Indicatoren (Anzeige) nennt; so z. B. ist Lackmusfarbstoff ein guter Indicator bei der Titration von Säuren und Alkalien.

Die Substanzen, auf die der Brauer im Malz zu untersuchen hat, sind: Stärkmehl, Dextrin, Zucker (Maltose), Säure, Eiweissstoffe (Peptone), Fette und die unorganischen Stoffe (Aschenbestandtheile).

Die wichtigsten Reagentien für den Brauer sind:

1. Jod-Reagens auf Stärke und einige Dextrinarten (s. Bd. II S. 76 und 77.)
2. Fehlingslösung, Reagens auf Zucker (Bd. II S. 72.)
3. Blaues und rothes Lackmuspapier. *)
4. Millon'sches Reagens, eine Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd-Reagens auf Eiweisstoffe. Lehrbuch II. Seite 80 und 86.
5. Phosphorwolfram-Säure, ein ausgezeichnetes Fällungsmittel der gelösten Eiweissstoffe und des Peptons. Siehe Lehrbuch III. Peptonbestimmung.
6. Zum Nachweis der Phosphorsäure in der Asche dient molybdänsaures Amoniak, welches mit etwas Salpetersäure versetzt und gekocht durch einen gelben Niederschlag die Phosphorsäure andeutet.

Auf Kali prüft man, indem man die in Salzsäure gelöste Asche eindampft und

*) Der Lackmusfarbstoff stammt aus Flechten und kommt im Handel vor. Dieser blaue Farb-Stoff wird schon durch geringe Mengen Säuren geröthet. Mit der blauen, sowie auch mit der durch Säuren gerötheten tränkt man Fliesspapier und trocknet dieses.

den Rückstand mit Platinchloridlösung anrührt, wobei ein gelber Niederschlag entsteht von Chlorplatin-Chlorkalium.

Phosphorsäure und Kali sind die Hauptbestandtheile der Malz- und Bierasche; ausserdem sind noch enthalten Kieselsäure, schwefelsaurer Kalk, schwefelsaure Magnesia, Eisenoxyd und Chlor. Ueber deren Nachweis siehe Wasseruntersuchung.

Zuckerbestimmung.

Die Methode zur Zuckerbestimmung gründet sich auf die Thatsache, dass Maltose und Glykose eine alkalische Kupferoxydlösung reduciren, so dass aus dem gelösten CuO rothes Cu_2O wird (Kupferoxydul), welches sich abscheidet. Die Glykose und Maltose nehmen dabei aus 2 Molekülen Kupferoxyd 1 Atom Sauerstoff (O) heraus und werden zu Säuren. Zur quantitativen Bestimmung der Maltose und Glykose dient die Fehling-sche Lösung, welche man auf folgende Weise darstellt: Man löst 34,64 gr. reinen krystallisirten Kupfervitriol in etwa 200 ccm. Wasser (H_2O); ferner löst man 1730 weinsteinsaures Kali-Natron (Rochelle'sches Salz) in 480 ccm. Natronlauge von 1,14 spez. Gewicht. Man giesst nun die erste Lösung in die zweite und verdünnt die tiefblaue Flüssigkeit auf 1000 ccm.

10 ccm. dieser Flüssigkeit werden von 0,050 Glykose reducirt oder von 0,075 Maltose. *)

Bei Ausführung der Analysen muss die zu analysirende Zuckerlösung immer einen gewissen Grad der Verdünnung haben, wenn das Resultat genau ausfallen soll. Man verdünnt desshalb bei Analyse der Würze 10 ccm. derselben mit Wasser bis auf 200 ccm.; bei Bier nimmt man 20 ccm. und verdünnt auf 200 ccm. Man bringt nun mittelst einer Pipette 10 ccm. der Fehling'schen Lösung in ein Kölbchen oder auch Porzellanschale und gibt 30 ccm. Wasser dazu. Man lässt nun aus einer Bürette von verdünnter Würze oder Bier etwas in die verdünnte, kochende Fehling'sche Lösung fliessen, wobei sofort ein rother Niederschlag von Kupferoxydul auszuscheiden beginnt. Nach jedem frischen Zusatz von Bier oder Würze hat man 1—2 Minuten aufkochen zu lassen; wenn die blaue Farbe der Lösung schon vollständig verschwunden ist und also das Kupfer aus der Auflösung in das rothe, unlösliche Kupferoxydul übergegangen ist, ist der Prozess beendigt.

Gesetzt im Fall, wir hatten aus der verdünnten Würze 15 ccm. verbraucht für die angewendeten 10 ccm. Fehling'sche Lösung, so würden also jene 15 ccm. = 0,075 Maltose enthalten.

Bei Würzen und Bieren hat man es nur mit Maltose zu thun, nicht mit Glykose. Da wir nun 10 ccm. der Würze bis auf 200 ccm. verdünnten, so enthalten diese 200 ccm. folgende Mengen Maltose:

$$15 \text{ ccm.} : 0{,}075 = 200 : x \times = 1 \text{ gr. Maltose.}$$

Nun sind aber die 200 ccm. der verdünnten Würze gleich 10 ccm. der Original-Würze; es enthalten also 100 ccm. Original-Würze 10 gr. Maltose.

Da man ferner bei der Würze alles in Gewichtsprozenten statt in Volumenprozenten angibt, so hat man dieses Resultat noch auf 100 gr. Würze anzurechnen.

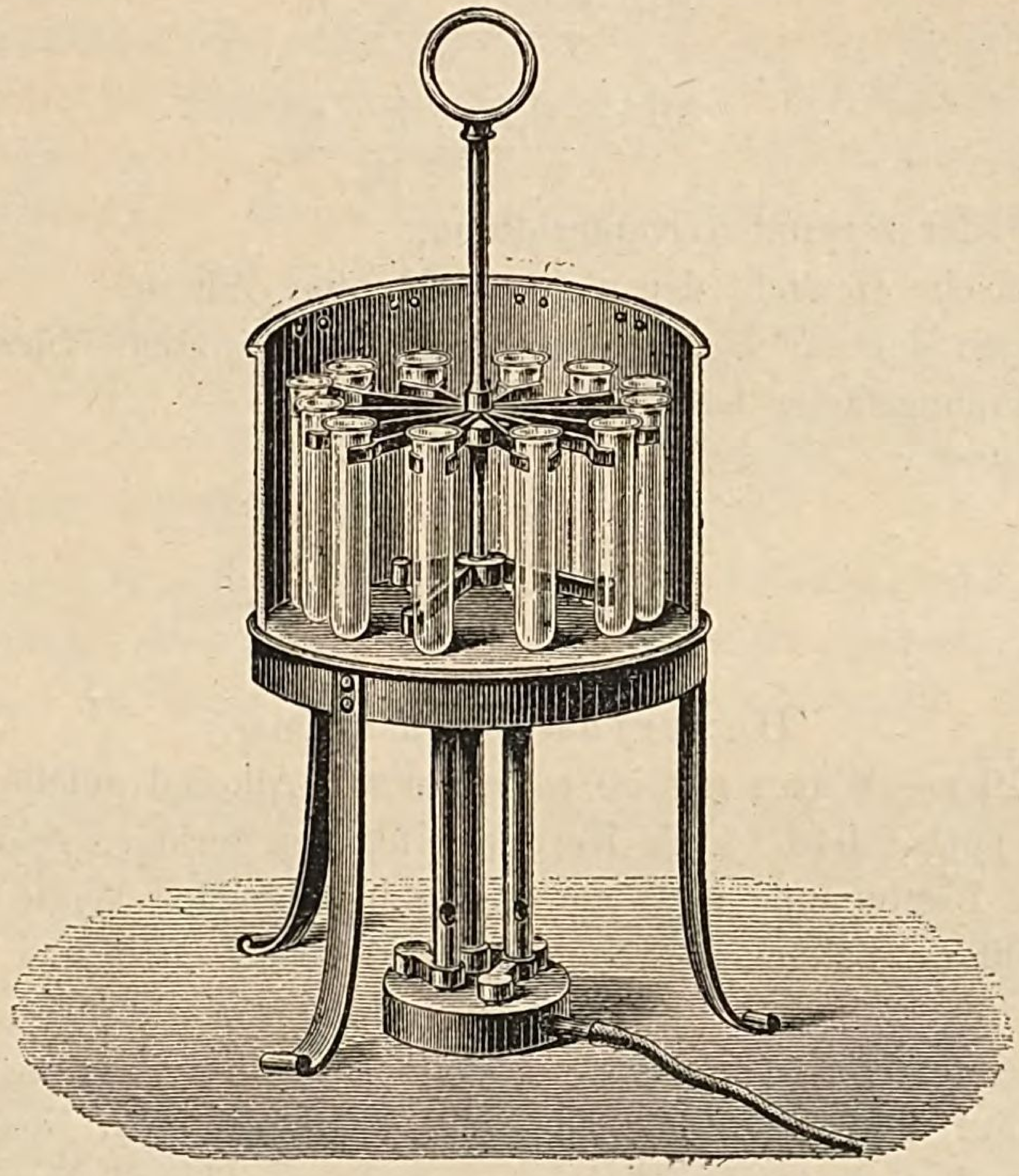
*) Man bewahrt die Fehling'sche Lösung am Besten in einer Anzahl kleiner Flaschen auf, um zu vermeiden, dass sie mit einer grösseren Menge Luft längere Zeit in Berührung ist, denn hiedurch wird sie allmälig so verändert, dass sie beim Erhitzen von selbst Kupferoxydul abscheidet.

Gesetzt den Fall, wir haben eine Würze von 15% Extrakt, was einem spezifischen Gewicht von 1,06 entspricht, so würden also 100 ccm. der Würze wiegen 106 gr.

Wenn nun 106 gr. 10 gr. Maltose enthalten, so treffen auf 100 gr.

$$\frac{10 \; . \; 100}{106} = 9{,}4 \text{ Maltose.}$$

Sehr leicht durchführbar ist die Zuckerbestimmung mittelst des Reischauerschen Sternapparates.*) Figur 11 zeigt den Sternapparat.



Figur 11.

Dieses Verfahren unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, dass nicht das Volum der Fehlingschen Lösung, sondern das der fünfzigfach verdünnten Würze constant ist. In einem, auf einem Stativ befestigten Stern mit Klemmvorrichtungen, wird ein Dutzend Probirröhren eingespannt. Man beschickt die erste derselben mit 1,5, die zweite mit 1,4, die dritte mit 1,3 u. s. w. bis herunter auf 0,6 ccm. Kupferlösung, gibt zu jeder Röhre 5 ccm. fünfzigfach verdünnter ($^1/_{10}$ nicht verdünnter) Lösung, mischt und bringt den Stern in kochendes Wasser. Es werden nun die einen Röhren nach der Reaction roth, die andern dagegen blau erscheinen. An der Grenze beider ist die Röhre, welche weder zu viel Maltose, noch zu viel Lösung enthält. Es sei dieses die Röhre, in welche 0,8 ccm. alkalische Kupferlösung gebracht wurden. Da 10 ccm. dieser Lösung 0,075 gr. Maltose entsprechen, so lässt sich bestimmen, wie viel von letzterer in $^1/_{10}$ ccm. Würze zur Zersetzung von k = 0,8 ccm. Fehling'scher Lösung vorhanden waren:

*) Lintner, Lehrbuch Seite 530.

$$10 : 0{,}075 = 0{,}8 : m$$

$$m = 0{,}006$$

oder in 100 ccm. Würze

$$Mt_1 = 6 \text{ gr.}$$

In 100 Gewichtstheilen Würze sind

$$Mt = \frac{6}{1{,}0359} = 5{,}7 \text{ gr.}$$

Allgemein ist

$$Mt_1 = \frac{0{,}75 \,.\, k \,.\, n}{w}$$

$$Mt = \frac{0{,}75 \,.\, k \,.\, n}{w \,.\, S_e}$$

wobei k die Menge der zersetzten Kupferlösung,

S_e das spezifische Gewicht der nicht verdünnten Würze,

w das Volumen der zur Zersetzung nöthigen verdünnten Würze und

n den Verdünnungsfactor bezeichnet.

Für n = 50 und w = 5 ist

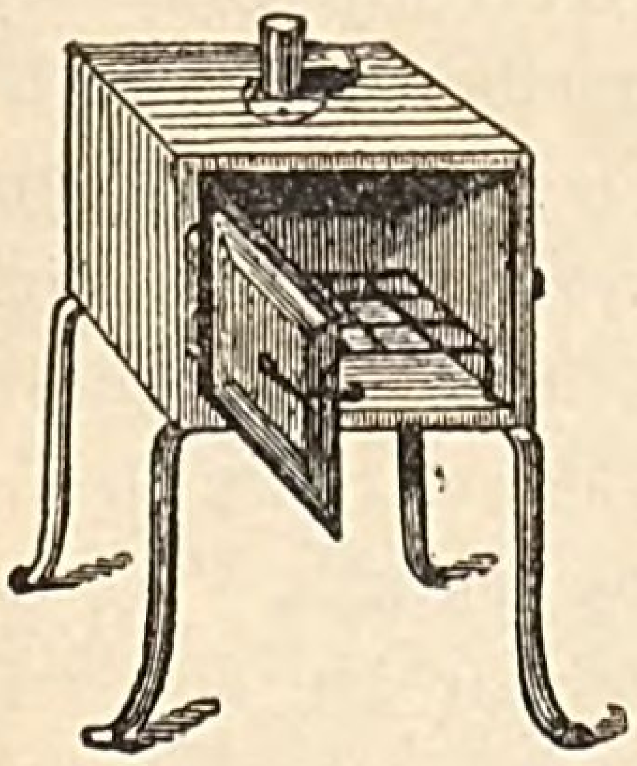
$$Mt_1 = 7{,}5 \text{ k}$$

$$Mt = \frac{7{,}5 \text{ k}}{S_e}$$

Dextrinbestimmung.

Es werden 10 cc. Würze mit 50 cc. absoluten Alkohol gefällt und zum getrockneten Niederschlag noch 0,045 % als Korrektur für den geringen gelöst gebliebenen Antheil zuaddirt. Die Bestimmung wird am besten in folgender Weise durchgeführt:

Ein circa 100 cc. haltendes Becherglas wird genau tarirt und in dasselbe 10 cc. Würze oder Bier hineingebracht und 50 cc. absoluter Alkohol beigegeben, es erfolgt sofort ein weisser Niederschlag, der sich innerhalb 12 Stunden fest am Boden des Becherglases absetzt; sollte sich innerhalb einiger Stunden von dem Niederschlag etwas an den Wänden des Bechers festgesetzt haben, so sucht man den Niederschlag mittelst eines Glasstabes davon zu entfernen, und kann dann später, nachdem sich der ganze Niederschlag fest abgesetzt hat, den Alkohol abgiessen; nun bringt man den Niederschlag sammt dem Becherglase in den Trockenapparat (siehe Figur 12) und lässt den Alkohol abdunsten; die Temperatur im Trockenschrank steigert man allmälig auf 110° C., welche Temperatur man längere Zeit einhält.



Figur 12.

Nun stellt man das Becherglas mit dem Niederschlag zum Zwecke des Erkaltens in den Exsicator.

Nach dem Erkalten wir gewogen und aus dem Mehrgewicht der Dextringehalt berechnet.

Z. B. das Gewicht des Becherglases mit dem getrockneten Niederschlag wäre 31,80 gr. und das leere Becherglas hätte 31,57 gewogen, so sind in 10 gr. Würze 0,23 gr. Dextrin enthalten.

Es treffen somit auf 100 gr. 2,3 gr. Dextrin + 0,45 für den in Lösung gebliebenen Antheil = 2,75 gr. Dextrin.

Der Dextringehalt in der Würze wechselt je nach Concentration derselben von 2—5 %. Da aber mehrere Dextrinarten in der Würze vorhanden sind, so möge hier

erwähnt werden, dass das Dextrin, welches die Vollmundigkeit des Bieres bedingt, ein grösseres Molekül besitzt und im verdünnten Alkohol schwerer löslich ist, wie dasjenige Dextrin mit kleinerem Molekül, welches bei höherer Temperatur gebildet wird.

Letzteres steht dem Zucker näher und ist deshalb weniger schwer löslich im Alkohol, wie ersteres, welches dem Stärkemehl näher steht.

Fällt man deshalb das Dextrin mit weniger concentrirten Alkohol, so erhält man das Dextrin der ersten Art, während man nach einer zweiten Fraktion das Dextrin mit kleinerem Molekül erhält.

Löst man das Dextrin der ersteren Fällung in Wasser zu einem Syrup, so erhält man eine pappig schmeckende klebrige Flüssigkeit, während das Dextrin der zweiten Fällung ebenso behandelt einen Syrup bildet, der weniger pappig schmeckt und kaum klebrig ist.

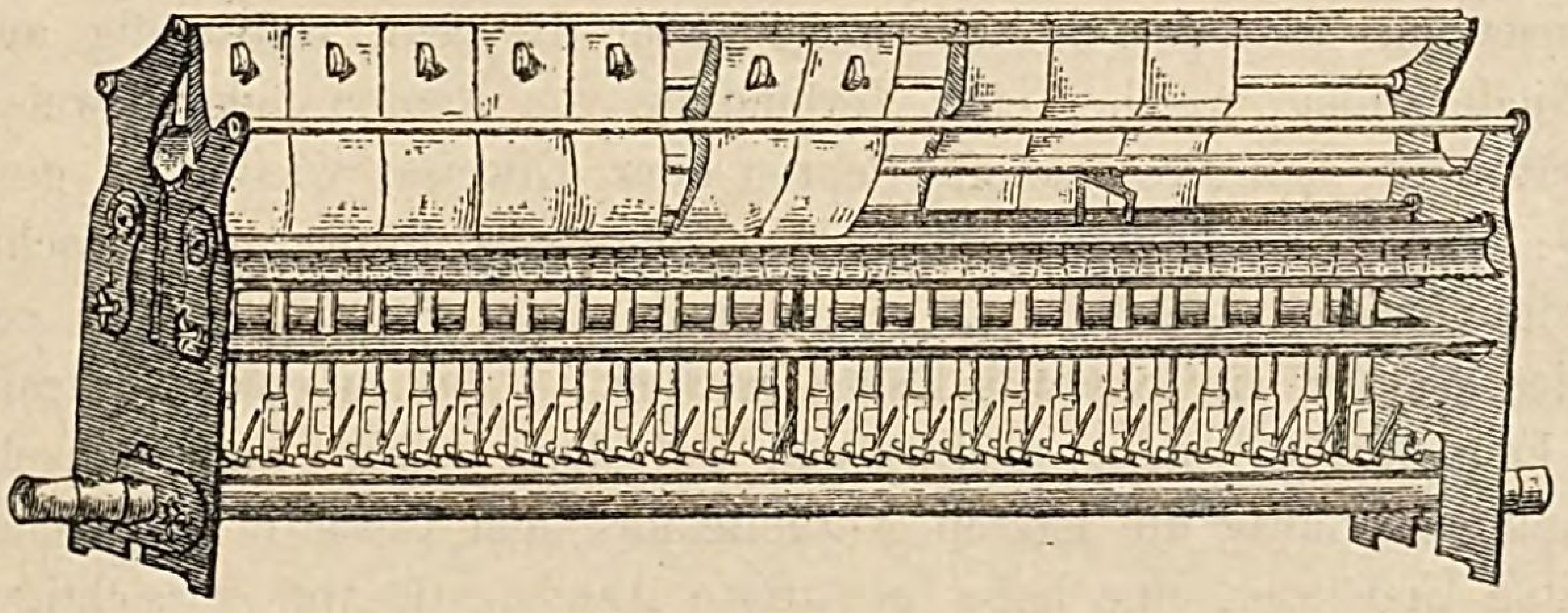
Bei sehr vollmundigem Bier muss somit das Dextrin mit grösserem Molekül vorherrschend vorhanden sein.*)

Ausser dieser Methode ist noch diejenige in Gebrauch, dass man durch Kochen der Würze unter Zusatz von 3—4 ccm. verdünnte Salzsäure das Dextrin in Dextrose überführt und aus der Vermehrung derselben den Dextringehalt berechnet; erstere Methode ist jedoch wegen grösserer Einfachheit vorzuziehen.

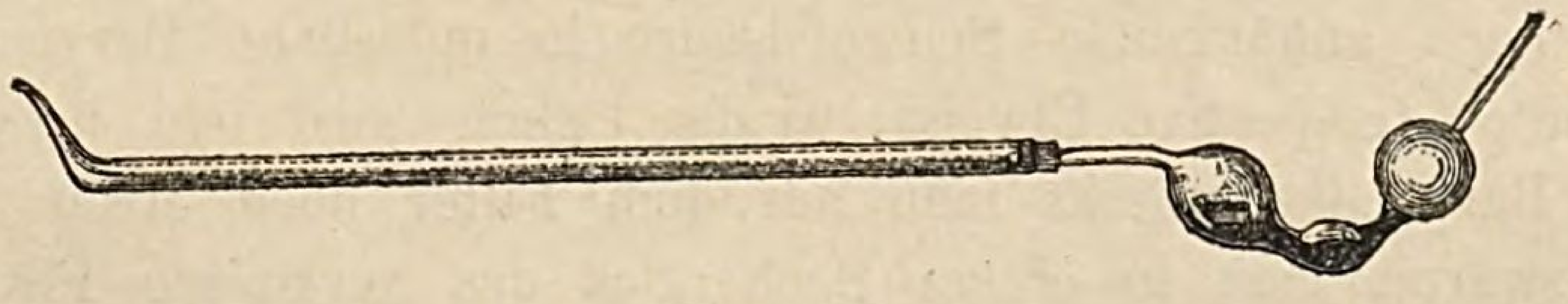
Bestimmung des Stickstoffgehaltes in der Würze.

Wie bereits öfters erwähnt ist, enthält das Malz ein gewisse Quantität stickstoffhaltiger Körper und ist leicht einzusehen, dass dieselben zum Theil in die Würze übergehen.

Den Gesammt-Stickstoffgehalt der Würze findet man in folgender Weise: Man lässt 50 ccm. Würze so langsam auf ein Quecksilberbad von 100° C. tropfen, dass sich in der Mitte ein Kuchen bildet. Sobald alle Flüssigkeit aufgebraucht ist, wird die Temperatur auf 110—115° C. gesteigert. Der erhaltene Kuchen wird vollständig getrocknet,



Figur 13a.



Figur 13.

sorgfältig mit Natronkalk gemischt, das Gemenge in ein Verbrennungsrohr gebracht und im Verbrennungsofen Figur 13a in der Rothglühhitze verbrannt. Dem Verbrennungsrohre wird

*) Näheres siehe meine Arbeit über die Ursache der Vollmundigkeit des Bieres, Zeitschrift für das gesammte Brauwesen 1883, pag. 203.

ein Amoniakabsorptionsgefäss von Varrentrapp-Will vorgelegt (siehe Figur 13), das 20 ccm. Normalschwefelsäure (40 gr. wasserfreie Schwefelsäure im Liter) enthält. Wenn die Verbrennung beendet ist, wird durch Titriren mit Normalnatronlauge ermittelt, wie viel Schwefelsäure von dem durch die Verbrennung des Extraktkuchens entstandenen Amoniak nicht gebunden worden ist. Gesetzt, es sei gefunden worden, dass die Anzahl der nicht gebundenen ccm. Schwefelsäure z. B. n = 18,5, so ist 20 — n = 1,5 die Menge der gebundenen Schwefelsäurelösung. Da nun 1000 ccm. Schwefelsäure 26 gr. Ammoniumoxyd binden, so ist

$$1000 : 87{,}5 = (20 - n) : st$$

$$st = \frac{(20 - n) \,.\, 87{,}5}{1000}$$

$$\text{z. B. } st = \frac{(20 - 18{,}5)\ 87{,}5}{1000} = 0{,}13125$$

Der Gesammtstickstoffgehalt in der Würze beträgt je nach Concentration derselben 0,3—0,8 %.

Der meiste Stickstoffgehalt fällt auf amidartige Körper, während der geringere Theil auf die Eiweisskörper fällt, welch letztere als Peptone in der Würze enthalten sind. Die Peptonbestimmung wird in folgender Weise ausgeführt: 100 gr. gedarrtes Malz wird feingemahlen und mit 400 gr. Wasser von gewöhnlicher Temperatur zusammengemaischt und das Maischquantum auf ein feines Beuteltuchfilter gebracht. Von dem Filtrate werden 200 ccm. abgemessen, dann behufs Abscheidung des Pflanzen-Eiweisses $^1/_4$ Stunde gekocht, filtrirt und auf 100 ccm. eingedampft. Mit 1 ccm. concentrirter Schwefelsäure versetzt und 10 ccm. Phosphorwolframsäurelösung von 1,24 sp. Gew. zugesetzt und gut umgerührt, wodurch ein voluminöser, weisser Niederschlag entsteht. Man lässt absitzen, und prüft in einer abfiltrirten Probe, ob mit der Phosphorwolframsäure noch mehr Niederschlag entsteht und muss in einem solchen Falle noch mehr zusetzen. Für gewöhnlich reichen aber 10 ccm. vollständig aus. Um nun aus diesem Niederschlag, welcher eine Verbindung von Pepton (oder Eiweiss) mit Phosphorwolframsäure ist, den Protëinstoff (Pepton oder Eiweiss) wieder zu gewinnen, verfährt man so: Man bringt ihn auf ein nicht allzugrosses Filter und wäscht ihn mehrmals mit verdünnter Schwefelsäure (2 ccm. concentrirter Säure auf 100 ccm. Wasser) aus, säurefreies Wasser würde etwas lösend wirken, — bis in einer neutralisirten Probe des Filtrats kein Zucker mehr nachweisbar ist, dann bringt man denselben in eine Schale und spült sorgfältig die letzten Antheile aus dem Filter in die Schale. Sodann setzt man unter Umrühren eine heiss gesättigte Aetzbarytlösung vorsichtig zu, bis die Flüssigkeit schwach alkalisch reagirt. Hierdurch werden die Phosphorsäure, Wolframsäure und die noch anhängende Schwefelsäure in unlösliche Barytsalze übergeführt, während das Pepton (respective Eiweiss) wieder löslich wird und in das Filtrat geht. Die unlöslichen Barytsalze wäscht man auf dem Filter noch etwas aus mit heissem Wasser, dann erwärmt man in einem Becherglas das vereinigte Filtrat und Waschwasser und setzt nun vorsichtig so lange sehr verdünnte Schwefelsäure zu, bis die Flüssigkeit neutral reagirt, man filtrirt dann und dampft in einer gewogenen Schale zur Trockne. Diese Trockensubstanz ist Pepton mit einer noch sehr geringen Menge Baryt. In Folge dieses Barytgehaltes gibt dieses Pepton mit Bleiessig einen Niederschlag. Für die meisten Zwecke kann diese geringe Menge (1—2% des gesammten

Peptons) vernachlässigt werden. Kommt es aber auf sehr hohe Genauigkeit an, so löst man das Pepton in wenig Wasser und setze tropfenweise sehr vorsichtig so lange sehr verdünnte Schwefelsäure zu, als noch Trübung entsteht, lässt den schwefelsauren Baryt 12 Stunden absitzen und filtrirt dann, dampft ein und wägt. Das so erhaltene Präparat besitzt alle charakteristischen Eigenschaften des Peptons.

Diese Methode darf wohl als eine sehr genaue bezeichnet werden; denn der Niederschlag, welcher aus Phosphorwolframsäure und eiweissartigen Körpern gebildet wird, ist sehr schwer löslich in angesäuertem Wasser. Auf diese Weise erhielt man je nach Gattung des Malzes aus 200 ccm. wässerigem, kalten Malzauszug 0,025—0,07 gr. Pepton. Es wechselt somit der Gehalt an Pepton im Malz von 0,05—0,14%.

Fettbestimmung.

Zum Zwecke der Isolirung des Fettes werden 5 gr. Malzmehl mit 100 ccm. absoluten Aether in eine geräumige Erlenmayer'sche Becherflasche gebracht und auf dem Wasserbade 1 Stunde am Rücklaufkühler im gelinden Sieden erhalten. Dann wird nach kurzem Stehen der Aether abgegossen und der Malzrückstand auf's Neue mit der gleichen Aethermenge versetzt und wie oben behandelt. Nach 4—5maliger Wiederholung dieser Extraction ist das Malz vom Fette vollständig befreit. Die Aetherauszüge werden sorgfältig gesammelt und filtrirt. Da der Aether eine sehr flüchtige Substanz ist und schon bei 35° C. siedet, so werden die Aetherauszüge auf dem Wasserbade bei gelinder Wärme eingedampft; es geschieht dieses am besten in einer Retorte, die mit einem Rückflusskühler in Verbindung gebracht wird, um den Aetherauszug wieder zu gewinnen.

Ist der Rückstand zur Syrup-Consistenz eingedampft, so bringt man denselben in eine tarirte Porzellanschale, spült die Retorte mit Aether aus, um alles Fett zu erhalten. Der aus der Retorte gesammelte Rückstand, welcher das Fett enthält, wird auf dem Wasserbade vollständig vom Aether befreit.

Der Gehalt an Fett im Malz beträgt 2,4—2,6 %.

Säurebestimmung.

Zur Bestimmung der Säure bedient man sich der Normal-Kali- oder Normal-Natronlösung. Unter Normal-Kalilösung versteht man, wenn das Atomgewicht von Kalihydrat (K O H) in Grammen ausgedrückt 56 gr. in 1 Liter Wasser gelöst ist. Unter Normal-Natronlösung versteht man eine solche Lösung, wenn in 1 Liter Wasser 40 gr. Natron gelöst ist. Verdünnt man diese Normallösung zum 10fachen, so hat man $^1/_{10}$ Normallösung. Da nun jedes Molekül einer einbasischen Säure durch ein Molekül Kalilösung gesättigt und neutralisirt wird, so kann man die Säuremenge sehr leicht dadurch bestimmen, dass man zu einer gewissen Menge Malzauszug so lange $^1/_{10}$ Normallösung zusetzt, bis derselbe genau neutral reagirt.

Zur Bestimmung des Säuregehaltes im Malze werden 100 gr. Malz zu Mehl vermahlen und mit 400 gr. Wasser von gewöhnlicher Temperatur zusammengemaischt. Von dem Maischgute werden 100 ccm. trübe Flüssigkeit abgegossen und in die letztere von der $^1/_{10}$ Normal-Kali- oder Natronlösung so lange beigefügt, bis der wässerige Malzauszug genau neutral reagirt.

Als Reagens dient mit Lackmustinktur getränktes Filtrirpapier. Taucht man in eine Flüssigkeit, die freie Säure enthält, so ein gebläutes Papier ein, so wird dasselbe

roth gefärbt; taucht man rothgefärbtes Lackmuspapier in die Natron- oder Kalilösung, so färbt sich dasselbe wieder blau (alkalische Reaktion). Neutral ist eine Flüssigkeit, wenn blaues Lackmuspapier beim Eintauchen nicht mehr roth und rothes Lackmuspapier nicht blau wird.

Behandelt man 100 ccm. kalten Malzauszug in vorgeschriebener Weise, so braucht man, da der Säuregehalt im Malze nur ein geringer ist, gewöhnlich 5—7 ccm. $^1/_{10}$ Natronlauge. Das Resultat wird, weil 400 gr. Wasser angewendet wurden, mit 4 multiplizirt, so dass 20—28 $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge erforderlich ist. Aus der verbrauchten Natronlösung lässt sich nun leicht die Säuremenge berechnen, wenn die Natur der Säure bekannt ist.

Nun wird während der Keimung (also des Mälzens) wie Lermer fand, eine Reihe von Säuren gebildet. (Siehe diesen Band S. 95.)

Die Hauptmenge jedoch dieser Säuren ist Milchsäure, weshalb man auch diese nur bei der Berechnung in Betracht zieht, wobei man annimmt, dass die ganze Menge Milchsäure ist und auf folgende Weise bestimmt: 56 Theile Kalihydrat (H K O) neutralisiren genau 90 Theile Milchsäure. Da nun 1 ccm. der $^1/_{10}$ Normallösung 0,0056 Kalihydrat enthält, so neutralisirt auch 1 ccm. dieser Lösung 0,009 gr. Milchsäure. Man lasse nun aus der bis zum O Punkt gefüllten Bürette die $^1/_{10}$ Normallösung zum kalten Malzauszuge fliessen, d. h. bis blaues Lackmuspapier nicht mehr roth wird, vermeidet aber sorgfältig einen Ueberschuss der Normallösung, den man sofort daran erkennen würde, dass rothes Lackmuspapier blau gefärbt wird. Aus der Anzahl der verbrauchten ccm. der $^1/_{10}$ Normallösung erhält man die Menge der Milchsäure durch Multiplikation mit 0,009; z. B. wir hätten 100 ccm. Malzauszug angewendet und 5 ccm. der $^1/_{10}$ Normallösung (Kali) gebraucht, so wäre in 100 gr. Malz $5 \times 4 = 20 \times 0,009 = 0,18\,\%$ Milchsäure enthalten.

Asche-Bestimmung.

Man verkohlt in einer tarirten Platinschale 10 gr. Malzschrot und hält die Platinschale so lange im Glühen, bis die Kohle verbrannt ist, wobei dann die Asche zurückbleibt. Der Aschengehalt beträgt 2,3—2,5%, er ist etwas geringer wie in der Gerste. Tabelle Seite 118 dieses Bandes.

Untersuchung der Aschenbestandtheile.

Die Malzasche enthält (Seite 119) Kieselsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd und Kali.

Die Trennung und quantitative Bestimmung aller dieser Bestandtheile erfordert eine längere chemische Praxis; dagegen ist der qualitative Nachweis jeder einzelnen Substanz leicht auszuführen, wie die nachfolgende Wasseruntersuchung lehrt.

Treber-Untersuchungen.

Die unlöslichen Bestandtheile, welche nach Schluss des Abläuterns in dem Läuter-Bottich verbleiben, bezeichnet man mit Malztreber.

Von 100 ℔ Malzschrot bleibt 22—30% Trebertrockensubstanz zurück. (S. 117.)

Nach einer Untersuchung der Treber von Anton Markl, technischer Chemiker in Prag, enthalten 100 Theile Infusionstrebern:

	schwach	stärker	stark gedarrt.
Wasser	79,3	79,1	78,6
Eiweissstoffe	4,1	4,7	5,4
Fett	0,4	0,3	0,4
Faserstoff	6,2	7,8	9,4
Stärkemehl	9,5	6,7	5,3
Asche	1,1	1,3	1,2

Auf 100 Theile wasserfreie Substanz berechnet:

	schwach	stärker	stark gedarrt.
Eiweissstoffe	19,2	22,6	25,0
Fett	1,9	1,5	1,8
Faserstoff	29,1	37,5	43,5
Stärkemehl	44,6	32,2	24,4
Asche	5,2	6,2	5,5

Eine einfachere Untersuchung der Treber, die dem Bierbrauer Interesse bietet, ist diejenige,*) mittelst welcher man erfährt, wie viel die Treber noch an nicht extrahirbarer Würze und an nicht verzuckertem Stärkemehl enthält.

Zur Bestimmung der noch in den Trebern enthaltenen Würze schlägt man folgendes Verfahren ein:

Nachdem die letzte Anschwänze genommen ist, werden die noch frischen Trebern in dem Läuterbottiche gut durcheinandergemischt und dann von denselben an verschiedenen Stellen Parthien entnommen und die in den Trebern enthaltenene aufgesogene Flüssigkeit herausgepresst. Der Gehalt dieser Flüssigkeit an Extrakt mit dem Saccharometer erhoben. Den Extraktgehalt, welchen das Saccharometer bei 14° R. (17½° C.) anzeigt, gibt den im Malz zurückgebliebenen Würze-Extrakt an, weil nach Balling's Untersuchungen, die aus einem Ctr. Malz stammenden Trebern 100 gr. aufgesogene Würzeflüssigkeit zurückhalten.

Würde z. B. das Saccharometer 2% anzeigen, so sind in jeden 100 ℔ zum Sud verwendeten Malzes 2 ℔ Extrakt zurückgeblieben.

Wenn diese Methode auch nicht ganz genaue Resultate liefert, so genügt sie doch dem Praktiker als Controle, da durchschnittlich, wenn die Trebern gut ausgelaugt sind, das Saccharometer nicht mehr wie 1 bis höchstens 2% zeigt.

Genauere Resultate bekommt man nach dem Verfahren von Moser, Zeitschrift für das gesammte Brauwesen 1878 Seite 497. Es wird eine gewogene Menge Treber mit heissem Wasser vollständig extrahirt eingedampft, der Rückstand gewogen und nach Prozenten berechnet.

Moser erhielt auf diese Weise aus den auf 100 Theile Malz treffenden Trebern einmal 1,94%, das andere Mal 4,1% auf Extrakt berechnet. Zur Untersuchung des Gehaltes an nicht verzuckertem Stärkemehl verfährt man, wenn genaue Resultate erzielt werden sollen, auf folgende Weise: Man geht zunächst von der Annahme aus, dass 100 ℔ Malz im Mittel 25% Trebertrockensubstanz zurücklassen. Die zu untersuchenden Trebern werden durch Auslaugen mit Wasser von dem anhängenden Extrakt befreit und dann gut ausgepresst in den Trockenapparat gebracht, anfangs bei niederer Temperatur lufttrocken gemacht und endlich bei 100° C. vollständig getrocknet. Von

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen von Director Lintner 1878 Seite 497.

den so getrockneten Trebern wird ein gewisser Antheil geschroten und 25 gr. davon mit 75 gr. Malz, dessen Extraktgehalt bekannt ist, vermaischt, und wie bei der auf Seite 127 beschriebenen Extraktbestimmung des Malzes verfahren.

Hätte beispielsweise das Malz 70% Extrakt und die obige Maischung würde 54,5% Extrakt liefern, so treffen auf die 75 gr. Malz 52,5%, während der weitere Gehalt von 2% auf die Treberntrockensubstanz fallen, respektive als Rest-Extrakt von 100 ℔ Malz zu betrachten sind.

Je feiner das Malz geschroten, um so weniger unaufgeschlossene Stärke werden die Trebern enthalten und um so geringer wird die Treber-Nachausbeute sein.

Werthbestimmung des Farbmalzes.

Der Werth des Farbmalzes und der Farbmalzsurrogate wird durch deren Farbevermögen bestimmt. Zu diesem Zwecke werden 5 gr. feingeschrotenes Farbmalz mit beiläufig 500 ccm. Wasser 1/2 Stunde lang gekocht, und nach dem Kochen mit kaltem Wasser auf 1000 ccm. verdünnt.

Nach der Verdünnung wird Alles tüchtig durcheinandergemischt und filtrirt, von dem Filtrate werden 50 ccm. auf 100 ccm. verdünnt und mittelst 1/10 Normal-Jodlösung (S. 130 dieses Bandes) die Farbentiefe bestimmt. Gutes Farbmalz darf weder verbrannte oder verkohlte Körner, noch solche von zu wenig brauner Farbe enthalten. Im letzten Falle wird das Farbmalz nur ein geringes Färbevermögen besitzen, im ersten Falle wird die Farbe von der des Bieres abweichen, indem meistens durch die verbrannten Körner ein eigenthümlich schwärzlicher Schiller in der verdünnten Farbmalzlösung hervortritt, so dass eine Bestimmung der Farbentiefe mit Jod nicht ausführbar ist. Gutes Farbmalz welches gleichmässig dunkelbraun gefärbt ist, gibt in obiger Verdünnung eine Farbentiefe, welche 6,2 ccm. 1/10 Normal-Jodlösung entspricht. Da nun die Menge der Lösung durch die Verdünnung verdoppelt wurde, so entspricht die wirkliche Farbentiefe $6{,}2 \times 2 = 12{,}4$ ccm.

Im Allgemeinen weicht die Farbe der Farbmalzlösung von der Jodlösung ab, indem dieselbe einen Ton in's Braungelbe zeigt, während Jod bei der gleichen Farbentiefe mehr ins Rothe sticht.

Um die Farbentiefe recht genau zu treffen, kann man auch 50 ccm. Bier, dessen Farbentiefe bis zu 4 ccm. steigen darf, benützen und demselben 50 ccm. von obiger Farbmalzlösung beimischen.

Die nun bei der Farbentiefe erreichten ccm. werden dann mit 2 multiplicirt, z. B.:

Die Mischung entspricht 6,2 ccm. 1/10 Normal-Jodlösung, so ist die wirkliche Farbentiefe

$$6{,}2 \times 2 = 12{,}4 \text{ ccm.}$$

Farbmalzsurrogat (Zuckerfarbe), wie solches in den Handel gebracht wird, besitzt das doppelte Färbevermögen. 5 gr. in 1000 ccm. Wasser aufgelöst entsprechen 24—30 ccm. 1/10 Normal-Jodlösung.

Wasseruntersuchung.

Im 2. Bande dieses Werkes ist bereits darauf aufmerksam gemacht worden, worauf die Beschaffenheit eines guten Trink- und Brauwassers beruht. Für Wasser, welches zum Speisen des Dampfkessels dient, ist ein solches vorzuziehen, welches möglichst

wenig Kalk und Magnesia hat. Für Brauzwecke dagegen fällt mehr der Gehalt an Ammoniak, Salpetrige- und Salpetersäure in die Wagschale, indem eine grössere Menge dieser Substanzen das Wasser wenig tauglich erscheinen lässt.

Die Stoffe, deren Nachweisung oder Bestimmung bei Untersuchung von süssen Gewässern gewöhnlich vorgenommen zu werden pflegt, sind folgende:

a) Basen: Natron, Kalk, Magnesia und Ammoniak.

b) Säuren: Schwefelsäure, Salpetersäure, salpetrige Säure, Kieselsäure, Chlor (Salzsäure).

c) Suspendirte Stoffe: Thon etc. etc.

d) Organische Stoffe.

Vor allem ist der Geruch und der Geschmack des Wassers zu prüfen. Ein grösserer Gehalt an Gyps und Bittersalz ergibt sich sofort durch einen unangenehmen Beigeschmack zu erkennen.

Ein Wasser mit fauligem Geruch, welcher in Zersetzung begriffene organische Substanzen und auf die Anwesenheit von Spaltpilzen deuten würde, ist am besten ganz zu vermeiden.

Ist das Wasser trübe, so rührt dies wohl in der Regel von äusserst feinen, suspendirten Thontheilchen her.

Gibt ein klares Wasser beim längeren Kochen eine Trübung oder Ausscheidung eines Pulvers, so deutet dies auf einen Gehalt an kohlensaurem Kalk oder Magnesia, welche als doppeltkohlensaure Salze in Lösung waren und sich nun durch den Verlust eines Theiles der Kohlensäure beim Kochen ausscheiden.

Das Wasser reagirt in der Regel ganz neutral; zeigt es aber beim Eindampfen auf ein kleines Volumen eine alkalische Reaction, so deutet das auf einen Gehalt an kohlensauren Alkalien.

Wenn Wasser zur Trockne verdampft und der Rückstand erhitzt wird, so tritt bei Anwesenheit organischer Substanzen vorübergehend eine Schwärzung ein, von der Verkohlung der organischen Substanz herrührend.

Auch mit übermangansaurem Kali kann man auf organische Substanzen prüfen. Eine sehr verdünnte Lösung dieses Salzes fügt man tropfenweise zu dem Wasser; sind organische Substanzen vorhanden, so vernichten sie die rothe Färbung, indem sie die Uebermangansäure durch Sauerstoff-Entziehung zerstören und in Manganoxydul überführen.

Auf Ammoniak prüft man am besten mit dem Nessler'schen Reagens. Man versetzt das Wasser (200 ccm.) mit einigen Tropfen Natronlauge und etwas kohlensaurem Natron, lässt den ausfallenden Kalk längere Zeit absitzen, giesst die klare Flüssigkeit in einen Cylinder und fügt nun einige ccm. Nesslerisches Reagens*) (alkalische Lösung von Jodquecksilber—Jodkalium) hinzu. Geringe Spuren Ammoniak geben sich durch eine röthliche Färbung, grössere durch einen rothen Niederschlag zu erkennen.

Um salpetrige Säure nachzuweisen, fügt man zu etwa 100 ccm. Wasser einige Tropfen concentrirter reiner Schwefelsäure und etwas mit Jodkalium versetzten Stärkkleister; eine Blaufärbung deutet auf salpetrige Säure. Die Schwefelsäure setzt nämlich sowohl die etwa vorhandene salpetrige Säure, als auch aus dem zugesetzten Jodkalium

*) Man stellt dieses Reagens dar, indem man 5 gr. Jodkalium mit 5 ccm. heissem Wasser löst und mit einer heissen concentrirten Lösung von 2 gr. Quecksilberchlorid versetzt, dann eine Auflösung von 15 gr. Aetzkali in 30 ccm. Wasser hinzufügt und die Mischung auf 100 ccm. verdünnt.

Jodwasserstoff HJ in Freiheit; die salpetrige Säure aber oxydirt den Wasserstoff des HJ und das ausgeschiedene Jod färbt nun das Stärkmehl blau. — Das feinste Reagens auf salpetrige Säure hat vor Kurzem Griess angegeben (Ber. Chem. Ges. XIII 427). Man säuert das Wasser mit einigen Tropfen chemisch reiner Schwefelsäure an und gibt etwas Lösung von Sulfanilsäure, dann nach etwa 10 Minuten einige Tropfen einer durch Thierkohle entfärbten Lösung von schwefelsaurem Naphtylamin hinzu. Es tritt bei Anwesenheit von salpetriger Säure nach kurzer Zeit eine rothe Färbung ein. Noch ein Hundert Milliontel von salpetriger Säure im Wasser kann auf diese Weise entdeckt werden.

Auf Salpetersäure prüft man, indem man circa 25 ccm. Wasser mit dem doppelten Volumen reiner concentrirter Schwefelsäure versetzt und in die noch heisse Flüssigkeit ein paar Tropfen sehr verdünnte Indigolösung fliessen lässt. Ist Salpetersäure vorhanden, so findet Entfärbung der Indigolösung statt.

Chlorverbindungen werden im Wasser dadurch nachgewiesen, dass man dasselbe mit etwas chemisch reiner Salpetersäure versetzt und einen Tropfen von salpetersaurem Silber hinzufügt. Eine geringe Menge Chlor gibt sich durch eine weisse Trübung, eine grössere durch einen weissen Niederschlag zu erkennen.

Aus der Menge des Niederschlages (Ag Cl, Chlorsilber) berechnet man das Chlor nachfolgender Proportion:

$$\underset{(Ag\ Cl)}{143{,}5} : \underset{(Cl)}{35{,}5} = g : x$$

wenn g das gefundene Gewicht bedeutet.

Auf Schwefelsäure, welche im Wasser häufig als Gyps (SO_4 Ca) oder Bittersalz (SO_4 Mg) vorhanden ist, prüft man mit Chlorbarium unter Zufügung von etwas Salzsäure, wobei ein unlöslicher, weisser Niederschlag (SO_4 Ba) entsteht. Um die Quantität der Schwefelsäure zu bestimmen, verdampft man das Wasser auf $^1/_6$, fügt etwas Salzsäure und Chlorbarium hinzu, lässt den Niederschlag 12 Stunden absitzen, bringt ihn auf ein kleines Filtrum, wäscht dasselbe aus und glüht in einem gewogenen Tiegel. Man zieht von dem Gewichte des geglühten Niederschlages die 1—2 mllgr. betragende Filterasche ab und berechnet aus dem Gewicht des schwefelsauren Baryts die Schwefel-Säure nach folgender Proportion:

$$\underset{(SO_4 Ba)}{233} : \underset{(SO_3)}{80} = g : x,$$

wenn g das gefundene Gewicht bedeutet.

Phosphorsäure, Kali und Eisen fehlen in der Regel oder sind nur in Spuren vorhanden; dagegen kommt Natron öfter oder in etwas grösserer Menge vor, wohl meistens in Form von Chlornatrium oder schwefelsaurem Natron.

Auf Phosphorsäure prüft man, indem man 2—3 ccm. Wasser auf etwa 5 ccm. eindampft, Salpetersäure bis zu stark saurer Reaction zufügt, dann molybdänsaures Ammoniak und kocht. Es bildet sich bei Anwesenheit von Phosphorsäure ein hellgelber Niederschlag. Aus diesem kann man die Phosphorsäure quantitativ dadurch bestimmen, dass man ihn in Amoniak löst und diese Auflösung mit einer klaren Mischung von schwefelsaurer Magnesia, Salmiak und Ammoniak vermischt. Der ausfallende Niederschlag ist nach dem Waschen und Glühen = 2 Mg O P_2 O_5.

Aus dem Gewichte findet man durch Multiplication mit 0,639 die Menge der Phosphorsäure.

Auf Eisen prüft man, indem man mit Salzsäure versetzt und eindampft auf ein kleines Volumen und dann gelbes Blutlaugensalz zusetzt. Bei Anwesenheit von Eisen entsteht eine blaue Färbung oder Niederschlag.

Auf Kali prüft man, indem man eine Probe des zur Trockne eingedampften Wassers in etwas Wasser löst, filtrirt und das klare Filtrat in einer Uhrschale mit etwas Platinchlorid verdunsten lässt. Es bildet sich bei Anwesenheit von Kali ein gelber krystallinischer, schwer löslicher Niederschlag. Aus dem Gewichte desselben (Kaliumchlorid-Platinchlorid) ergibt sich die Menge des Kalis durch Multiplikation mit 0,193.

Die Kieselsäure bestimmt man, indem man 500 ccm. zur Trockne verdampft, zuletzt unter Zusatz von Salzsäure und mit verdünnter Salzsäure den Rückstand aufnimmt; alles löst sich bis auf die Kieselsäure, welche man abfiltrirt und wiegt.

Den Kalk bestimmt man, indem man das mit Salzsäure versetzte und auf ein kleines Volumen eingedampfte und filtrirte Wasser mit Ammoniak und oxalsauren Ammoniak versetzt. Der schwerlösliche Niederschlag von oxalsaurem Kalk wird auf einem Filter gesammelt und in einem Platintiegel geglüht, zuletzt sehr stark, damit der aus dem oxalsauren Kalk zuerst gebildete kohlensaure Kalk in Aetzkalk (Ca O) übergeht.

Aus dem Gewichte des Kalkes und des verwendeten Wassers berechnet man den Prozentgehalt.

M a g n e s i a. Die Magnesia findet man im Filtrate von dem eben erwähnten oxalsauren Kalke, indem man mit Ammoniak und phosphorsauren Natron versetzt, nach 12stündigen Stehen den Niederschlag abfiltrirt, wäscht und glüht. Der Glührückstand ist pyrophosphorsaure Magnesia $P_2\ O_7\ Mg_2$.

Man findet daraus das Gewicht der Magnesia nach folgender Proportion:

$$111 : 40 = g : x,$$

wenn g das gefundene Gewicht der pyrophosphorsauren Magnesia bedeutet.

Wasser, welches viel Kalk (oder Kalk und Magnesiasalze) enthält, nennt man ein hartes Wasser; ein solches, welches arm an jenen Substanzen ist, ein weiches Wasser.

Flusswasser gehört in der Regel zu den weichen Wassern. Quellwasser meistens zu den harten, das weichste ist das Regenwasser.

Unter dem Härtegrad eines Wassers versteht man die Gewichtseinheit von Kalk, die in 100,000 Gewichtseinheiten des Wassers enthalten ist; zeigt ein Wasser z. B. 20 Härtegrade, so lässt sich das auch so ausdrücken: dass es in 100 ccm. 20 mgr. Kalk enthält.

Für Magnesia-Verbindungen kommt eine aequivalente Menge Kalk in Rechnung.

Die Härte des ungekochten Wassers nennt man Gesammthärte. Bleibt nach dem Kochen des Wassers dasselbe immer noch bis zu einem gewissen Grade hart, so hat man die bleibende oder permanente Härte. Um die Härtegrade rasch und doch ziemlich genau zu bestimmen, bedient man sich am besten der Methode von Clark mit verdünnter Seifenlösung, welche sich darauf gründet, dass, so lange Kalk oder Magnesia in Wasser gelöst ist, dasselbe mit Seife keinen Schaum gibt. Die Seife zersetzt nämlich die Kalk- und Magnesiasalze und gibt damit unlösliche Kalk- und Magnesiaseife.

Wenn aber die vorhandenen Kalk- und Magnesiasalze nach weiterem Seifenzusatz vollständig zersetzt sind, so wird ein bleibender Schaum gebildet. Die titrirte Seifenlösung bereitet man, indem man 20 Theile trockene Kaliseife in 1000 Theile verdünnten Alkohol von 56 Proz. Tr. löst. Ferner löst man 0,523 gr. kristallisirtes Chlorbarium in destillirtem Wasser und füllt genau bis zu einem Liter auf. 100 ccm. der Lösung enthalten eine Menge Baryt, welche 12 Härtegraden (12 mgr. Kalk) entspricht.

Nun bringt man 100 ccm. dieser Lösung in ein Stöpselglas und lässt unter zeitweiligem Schütteln von der Seifenlösung langsam zufliessen, bis ein mehrere Minuten lang stehender Schaum gebildet wird. Braucht man hiezu weniger als 45 ccm. Seifenlösung, so setzt man dieser genau noch so viel Alkohol von 56 Proz. Tr. zu, dass genau 45 ccm. erforderlich sind, um mit 100 ccm. der Chlorbariumlösung einen stehen bleibenden Schaum zu geben.

Zur vollständigen Sättigung von 12 mgr. Kalk in 100 ccm. Wasser sind nun genau 45 ccm. der titrirten Seifenlösung nöthig, oder von 12 Gewichtstheilen in 100,000 Gewichtstheilen; 45 ccm. zeigen also 12 Härtegrade an. Bei der Prüfung des Wassers misst man 100 ccm. desselben ab und leert es in ein Glas, welches 200 ccm. Flüssigkeit aufnehmen kann. Nun lässt man von der titrirten Seifenlösung zufliessen, wobei man von Zeit zu Zeit gehörig schüttelt; sobald man bemerkt, dass der Schaum stehen bleibt, liest man die Anzahl ccm. der verbracchten Seifenlösung ab.

Es entsprechen:

Verbrauchte Seifenlösung	Härtegrade
5,4 ccm.	1°
9,4 „	2°
13,2 „	3°
17,0 „	4°
20,8 „	5°
24,4 „	6°
28,0 „	7°
31,6 „	8°
35,0 „	9°
38,4 „	10°
41,8 „	11°
45,0 „	12°

Ist ein Wasser sehr hart, so verdünnt man es auf das Doppelte vor der Prüfung und verdoppelt hernach die Anzahl der gefundenen Härtegrade. Haben wir z. B. 50 ccm. Quellwasser mit 50 ccm. destillirtem Wasser verdünnt und der Verbrauch der Seifenlösung war 35 ccm., so hat das verdünnte Wasser 9 Härtegrade, das ursprüngliche Quellwasser daher gleich doppelt so viel = 18.

Die Gesammtmenge der Trokensubstanz bestimmt man auf diese Weise, dass man 500 ccm. des Wassers eindampft, die Platinschale mit dem Rückstande bei 150° C. trocknet und das Gewicht der Platinschale subtrahirt. Man gibt gewöhnlich den gesammten Rückstand auf einen Liter Wasser berechnet an.

Der Brauprozess.

Die Operationen, welche die Herstellung der Würze erfordert, nennt man das Brauen. Das Quantum Malz, welches zu einem Gebräu verwendet wird, bezeichnet man mit Schüttung und die Menge Wasser, welche dazu genommen wird, mit Gussführung. Das Lokal, in welchem das Brauen vollzogen wird, bezeichnet man mit Sudhaus oder Brauhaus.

Die Aufstellung des Sudwerkes (Maischbottich, Läuterbottich, Kessel oder Pfanne) geschieht in der manigfaltigsten Weise. (Ueber verschiedene Sudhauseinrichtung siehe Band I. Seite 80—130 und 218—227.) Neuerungen, welche der besonderen Beobachtung werth sind, bestehen in den Sudhauseinrichtungen des Herrn Ingenieur E. Welz in Breslau und der Herren Mayer & Cie. in Ulm.

Die neueren kompleten Sudhauseinrichtungen des Herrn E. Welz, wie solche bei den Herren Brauereibesitzern Timler in Liegnitz und Kipke in Breslau, sowie in verschiedenen anderen Brauereien aufgestellt sind, unterscheiden sich im Wesentlichen gegenüber den allgemein bestehenden durch ihre eigenthümliche Form der Maischbottiche und der Maischpfanne, welche eine ovale ist.

Die ovale Form eignet sich besonders gut für Maischbottiche, weil dadurch die Konstruktion der Maischmaschine sehr vereinfacht und die Arbeit des Maischens erleichtert wird. Die Maischmaschine besteht aus zwei Wellen, auf jeder Welle sind vier geradlinige Flügel angebracht, die Flügel beider Wellen sind so angeordnet, dass sie sich stets zu ihrer halben Länge während der Arbeit des Maischens in gegenseitiger Richtung begegnen und so das Maischgut gründlich durcharbeiten.

Figur 14 zeigt die Aufstellung des Maisch- und Läuterbottichs, sowie die Anordnung des Antriebs-Mechanismus der Maischmaschine und des Läuter-Apparates.

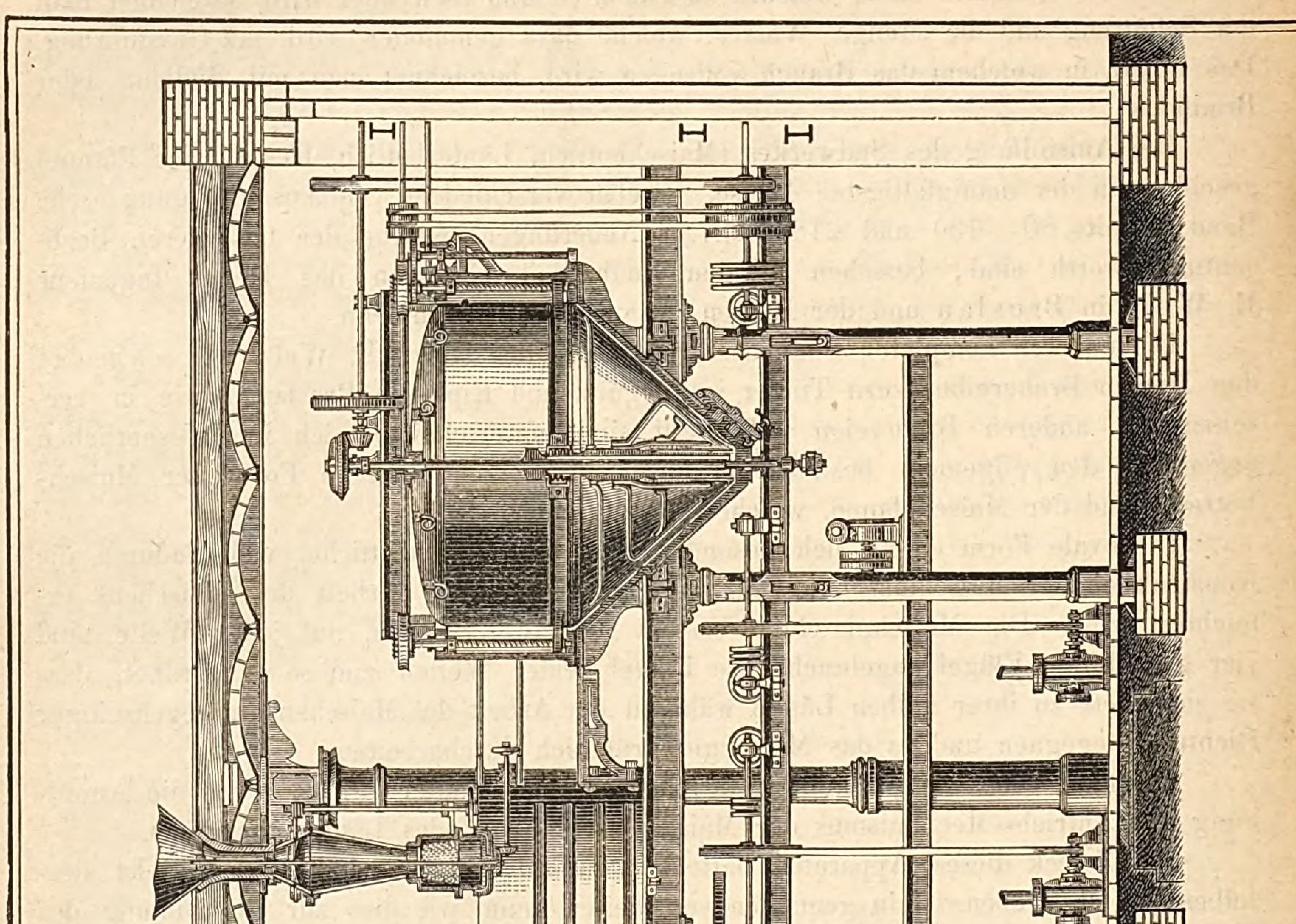
Der Zweck dieses Apparates besteht bekanntlich darin, dass man mittelst desselben das Malz ebenso fein gemahlen verarbeiten kann, wie dies zur Bestimmung des Extracktgehaltes des Malzes im Laboratorium geschieht. Man erlangt somit dadurch die grösste Malz-Extrakt-Ausbeute.

Dieser Apparat wird von der Firma L. A. Riedinger, Maschinenfabrik Augsburg, welche das alleinige Ausführungsrecht für Bayern und Thüringen und die Firma A. Neubecker, Maschinenfabrik Offenbach a/M. für West-Deutschland, Frankreich, Schweiz, Belgien und Holland erworben hat, angefertigt.

Der Läuterapparat, wie derselbe Figur 15 abgebildet ist, besteht der Hauptsache nach aus einem runden, eisernen Bottich mit gewölbter Decke und trichterförmigem Doppelboden, luftdicht geschlossen und zum Schutz gegen Abkühlung mit Holz umkleidet. Der innere Boden ist nach Art der bekannten Senkböden mit feinen Löchern versehen; zwischen dem Doppelboden münden die Läuterrohre, die zugleich zur Zuführung eines Theiles des Anschwänzwassers benützt werden. Der unter dem Bottichdeckel hängende Spitzring dient zur Zuführung der andern Theile des Nachschwänz-Wassers.

In dem cylindrischen Theil des Bottichs münden Schwenkrohre, welche sich in Stopfbüchsen drehen und zum Abziehen eines Theils der Würze dienen. Im Innern des Bottichs befindet sich ein Rührwerk mit oberem Antrieb für langsamen und schnelleren Gang, einerseits zum Auflockern der Treber, andererseits zum selbstthätigen Ausstossen der Treber aus dem Bottich.

Die Läuterhähne haben drehbaren Schnabel, und ist dementsprechend der Grand in zwei Abtheilungen getrennt, von denen die eine mit der Würzepfanne in Verbindung steht; die andere Abtheilung des Grandes leitet die Würze in ein kleines Gefäss mit

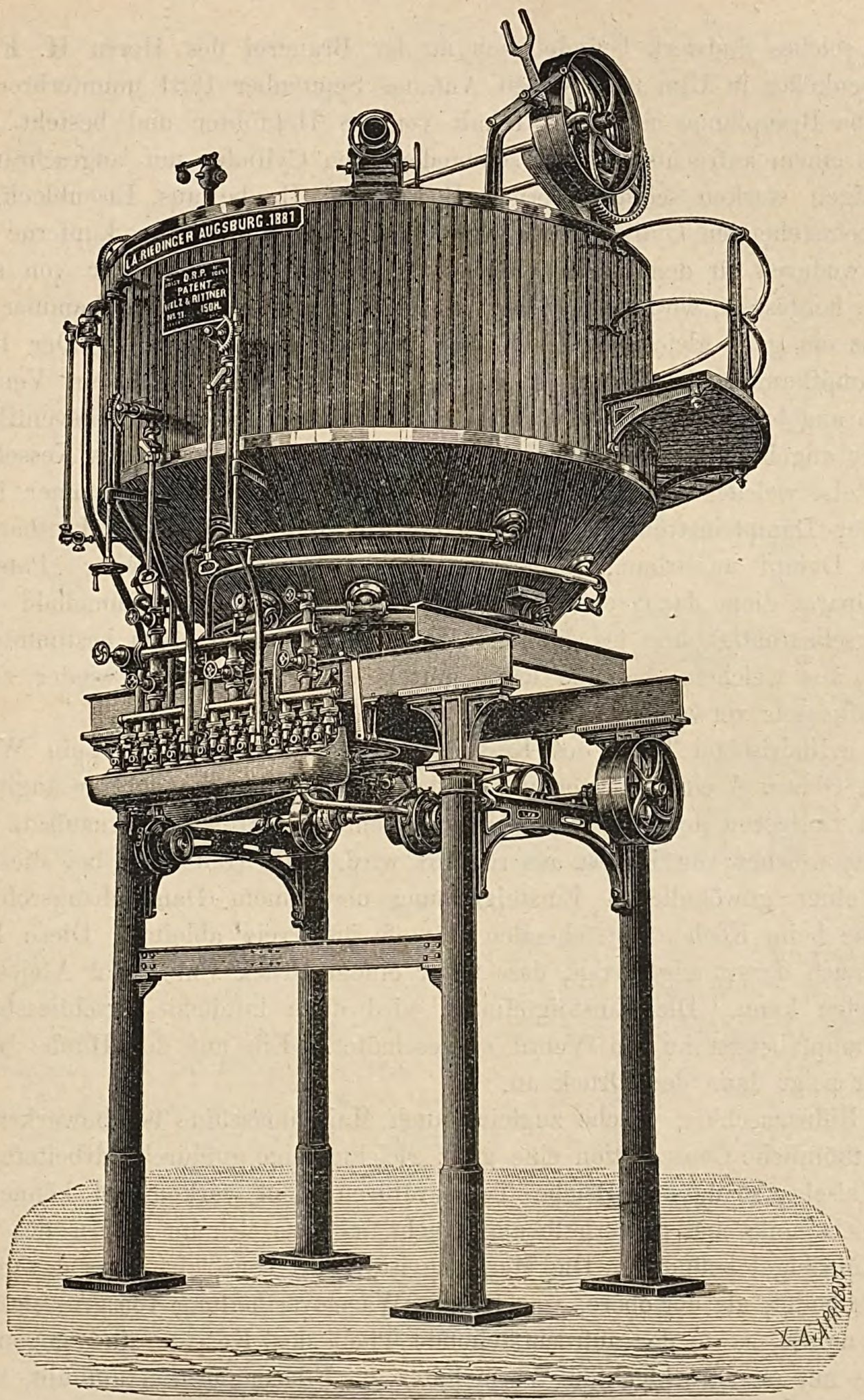


Figur 14.

Aufziehpumpe, welch letztere die erste trübe Würze in den Läuterapparat zurückfördert.

Zur Erzeugung eines Ueberdruckes im Innern des Läuterbottichs dient eine

kleine Luftpumpe, durch diesen Ueberdruck werden die Treber vollständig entsüsst und ausgepresst, so dass selbe fast trocken den Apparat verlassen.



Figur 15.

Die Würze läuft bis zum Schlusse unter Druck vollkommen krystallklar ab.

Sudhaus-Einrichtung mit Braupfanne für indirekte Dampfheizung

von E. Mayer & Cie. in Ulm a/D.

Ein solches Sudwerk befindet sich in der Brauerei des Herrn H. F. Ziegler, zum Herrenkeller in Ulm und ist seit Anfangs September 1881 ununterbrochen im Betriebe. Die Braupfanne hat einen Inhalt von 68 Hektoliter und besteht im Wesentlichen aus einem aufrechtstehenden schmiedeisernen Cylinder mit angeschraubtem halbkugelförmigen starken schmiedeisernen Boden und Haube aus Eisenblech. Zwischen dem aufrechtstehenden Cylinder und dem Boden ist eine starke kupferne Schale geschraubt, wodurch für den einströmenden Dampf eine Dampfkammer von sehr grosser Heizfläche hergestellt wird. Die Dampfeinströmung in diese Dampfkammer ist so vertheilt, dass ein ganz gleichmässiges Kochen im Kessel erzielt wird. Der Druck selbst in der Dampfkammer beträgt 2—4 Atmosphären und wird durch ein Ventil, welches ausserhalb angebracht ist, regulirt. Zur Sicherheit ist ein Sicherheitsventil oder auch Manometer angebracht. Ausserdem befinden sich an dem Boden des Kessels: ein Lufthahn, mittelst welchem die kalte Luft, welche sich in der Dampfkammer befindet, bei Beginn der Dampfeinströmung abgelassen wird, und bleibt dieser Lufthahn so lange offen, bis Dampf ausströmt; ferner ein Condensationswasserableiter „Patent Kunze.“ Dieser Apparat dient dazu, das sich in der Dampfkammer ansammelnde Wasser aus derselben selbstthätig ohne jede weitere Manipulation in ein hiezu bestimmtes Reservoir abzuleiten, aus welchem dasselbe dann mittels der Speisepumpe wieder zum Speisen des Dampfkessels verwendet wird.

Am cylindrischen Theil des Kessels sind weiter angebracht: ein Wasserstandszeiger mit Glas und ein Thermometer, welcher genau die Temparatur angibt.

Zum Entleeren des Braukessels ist ein Ventil mit Hebel-Säulenaufsatz und Spindel angebracht, welches von Podest aus regulirt wird. Die Haube ist bei dieser Einrichtung mit einer gewöhnlichen Einsteigöffnung und einem Dampfabzugsrohr versehen, welches die beim Kochen entstehenden Dämpfe ins Freie ableitet. Diese Kessel werden aber auch derart angefertigt, dass unter einem Druck von 1—2 Atmosphären gekocht werden kann. Die Einsteigöffnung wird dann luftdicht verschliessbar gemacht und im Dampfabzugsrohr ein Ventil eingeschaltet. Ein auf der Haube angebrachter Manometer zeigt dann den Druck an.

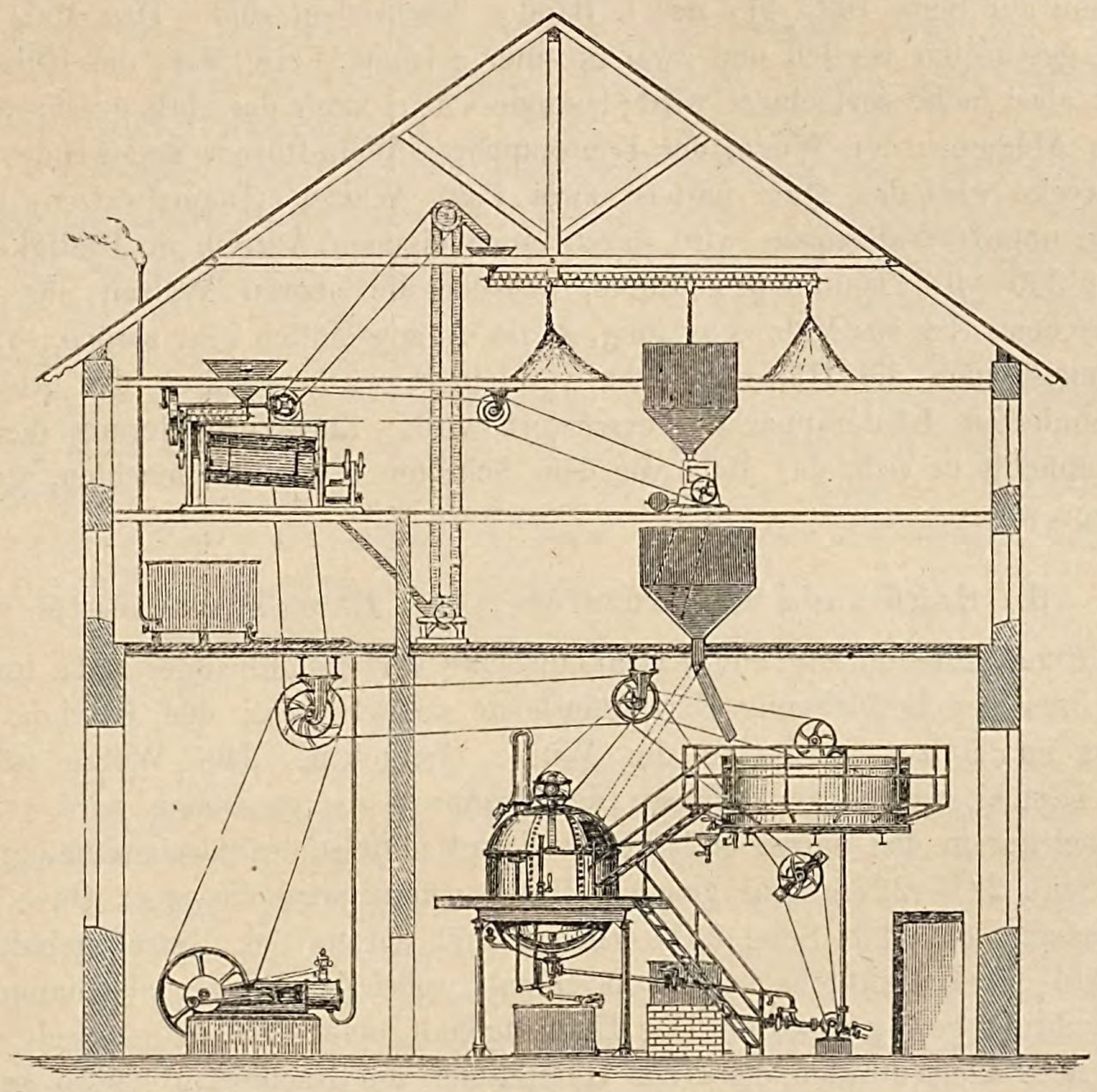
Die Rührmaschine, welche zugleich auch Maischmaschine ist, bewerkstelligt durch ihre eigenthümliche Construktion eine ganz gleichmässige gutdurchgearbeitete und durchwärmte Maische, so dass ungleiche Temparaturen nicht vorkommen können. Sämmtliche Betriebstheile sind ausserhalb angebracht, so dass sich im Innern des Braukessels nur die Rührflügel befinden. Die Maschine ist derart construirt, dass der untere Flügel schneller arbeitet, als der obere, was für die Wärmevertheilung von grossem Vortheil ist.

Der untere, sowie der aufrechtstehende Theil des Kessels sind gegen zu grosse Abkühlung mit einem schlechten Wärmeleiter aus Filzcomposition umhüllt, wodurch der Wärmeverlust auf ein Minimum reduzirt und der Dampfverbrauch bedeutend verringert wird.

Der Kessel selbst ruht auf einem eisernen Säulengestell mit Podest, von welchem aus sämmtliche Betriebs- und Regulirvorrichtungen überwacht und gehandhabt werden können.

Die ganze Einrichtung macht, wie die Figur 16 zeigt, durch ihr einfaches Arrangement einen gefälligen und überaus günstigen Eindruck.

Die in dem obenstehenden Maischgeschirre befindliche Maischmaschine ist derart



Figur 16.

construirt, dass die Flügel gehoben und gesenkt werden können und dient dieselbe auch zugleich als Aufhackmaschine. Die anderen Einrichtungen sind der neueren Technik angepasst.

Die Erzeugung der Würze, das Brauen, Brauprozess, Maischprozess, auch Maischen genannt, erfordert folgende Manipulationen:

1. Schroten des Malzes,
2. Schüttung und Gussführung,
3. Vertheilung des Wassers,
4. Sieden des Wassers,
5. Das Einteigen oder Einmaischen,
6. Das eigentliche Maischen,
7. Das Kochen der Maische,
8. Das Abmaischen,
9. Die Maischruhe,
10. Das Abläutern,
11. Das Auswaschen der Treber (Anschwänzen),
12. Das Kochen der Würze mit Hopfen.

I. Vom Schroten des Malzes.

Bevor das Malz zum Schroten gelangt, soll es genau untersucht werden. (S. 123.) Das Schroten des Malzes geschieht auf eigens dafür construirten Schrotapparaten, wie solche schon auf Seite 109—117 des I. Bandes beschrieben sind. Das Malz soll möglichst fein geschroten werden und zwar in einer solchen Weise, dass die Hülse weniger, der Inhalt aber mehr zerkleinert wird; besonders fein kann das Malz geschroten werden, wenn zum Abläutern der Würze der Läuterapparat Welz-Rittner angewendet wird. Zu diesem Zwecke wird das Malz mittelst zwei Paar Walzen (Doppelwalzen) geschroten. Das zweite untere Walzenpaar wird durch einen eigenen Antrieb in Thätigkeit versetzt und macht 360—400 Touren pro Minute, während die oberen Walzen nur 180—260 Touren machen. Ist das Malz sehr jung, so ist es gewöhnlich sehr spröde, so dass beim Schroten meist auch die Hülse zu sehr verkleinert wird, wodurch das Abläutern bei den gewöhnlichen Läuterapparaten erschwert wird. Zur Verhinderung dieses Uebelstandes empfiehlt es sich, das Malz vor dem Schroten etwas anzufeuchten, wodurch die Hülse zäher wird.

II. Schüttung und Gussführung. Extraktausbeute.

Schüttung, Gussführung und Extraktausbeute sind mit einander auf's Innigste verknüpft. Unter der Bezeichnung Extraktausbeute versteht man den Gewinn derjenigen Substanzen im Malze, welche in die Würze übergehen. Die Würze ist diejenige wässerige Lösung, welche am Schlusse des Brauprozesses gewonnen wird. Der Malz-Extrakt, welcher in der Würze enthalten ist, wird mittelst des Saccharometers bestimmt. (Band II Seite 221—227.) Zur genauen Untersuchung wird das spez. Gewicht mittelst des Pycnometers (Band II Seite 237) erhoben und daraus der Extraktgehalt ermittelt, oder es wird der Extraktgehalt direkt bestimmt, wobei das Wasser abgedampft und der Rückstand direkt gewogen wird. Der Extraktgehalt einer Würze wechselt von 5 bis 20%. Erstere Concentration dient zur Herstellung von Nachbier, letztere zu Salvator. Zur Herstellung von gewöhnlichem Biere ist eine 12—13% Stammwürze (Näheres siehe Herstellung verschiedener Biersorten) erforderlich.

Die Würze enthält, wenn sie abgekühlt in den Gährbottich gelangt, Maltose, verschiedene Dextrine, stickstoffhaltige Bestandtheile, Salze und organische Säuren. Die Menge der einzelnen Bestandtheile wechselt je nach der Beschaffenheit des Malzes, nach der Art des Brauverfahrens und je nach der Concentration der Würze. Ein genaues Bild hierüber gibt die Untersuchung des Würze-Extraktes.

100 ℔ Würze-Extrakt kann zusammengesetzt sein aus:

55—72% Maltose,
26—40% Dextrin,
5—6% stickstoffhaltige Bestandtheile
1,7—2% Asche, endlich aus einem geringen Antheil an Bestandtheilen aus dem Hopfen, sowie ein minimaler Betrag an Säuren.

Schüttung, Gussführung und Extraktausbeute lässt sich voraus berechnen.

Die zu einem Gebrau erforderliche Malzmenge ist abhängig von der Ergiebigkeit des Malzes.

Die Menge des gewinnbaren Extraktes wechselt je nach Beschaffenheit des Malzes von 58—67%. Zur Feststellung, wie viel Extrakt ein Malz enthält, dient die Extraktbestimmung, wie solche auf Seite 127 beschrieben ist.

Ist der Extraktgehalt des Malzes durch eine Laboratoriumsbestimmung bekannt, so ist die Rechnung leicht gemacht. Man bleibt nach vielseitigen Erfahrungen und Vergleichversuchen in der Praxis stets um 6—9 ℔ Extrakt pro Ztr. Malz gegenüber den Laboratoriumsversuchen zurück.

So viel man sich bemüht hat, die immerhin noch ziemlich bedeutende Differenz durch irgend ein rationelles Abläuterverfahren abzumindern, so bleibt man dessen ungeachtet mit der Extraktausbeute immer noch hinter dem im Laboratorium gefundenen Extraktgehalt des Malzes zurück. Wir unterscheiden desshalb zwischen dem wirklichen Extraktgehalt des Malzes und zwischen dem gewinnbaren.

Unter Zugrundelegung der Balling'schen Methode der Extraktbestimmung kann man jedesmal nach dem Abmaischen den in der Abmaischung in Lösung enthaltenen Extrakt bestimmen. Zur Durchführung dieser Berechnung muss der Maischbottich insoferne derselbe zugleich als Läuterbottich dient, oder wenn ein eigener Läuterbottich vorhanden ist, auch dieser genau abgeaicht sein.

Das zu verwendende Malzquantum ist genau abzuwägen. Nach Vollendung des Maischprozesses wird die Menge des Abmaischquantums, welche bekanntlich 60—62° R. heiss ist, gemessen und von der Gesammtliterzahl $1^1/_2$ % für Zurückgehen durch Abkühlung auf 14° R. abgerechnet. Von dem erhaltenen Resultat wird nun für je 100 Kgr. Malz, welche verwendet wurden, 30 Kilogr. für Trebertrockensubstanz abgezogen, die im Rest bleibende Literzahl bezeichnet dann die Menge der Würze, welche in der Abmaischung enthalten ist. Nun ermittelt man mittelst des Saccharometers den Prozentgehalt der Würze, multiplicirt diesen mit dem dazu gehörigen spezifischen Gewicht, die erhaltene Zahl mit der Literzahl des Abmaischquantums. Das daraus erhaltene Resultat wird durch das Gewicht des angewendeten Malzes in Kilogramm dividirt.

Die Formel, welche zu dieser Berechnung dient, ist folgende: Den in Lösung enthaltenen Malzextrakt findet man, indem man die Saccharometer-Anzeige (S) mit dem dazu gehörigen spezifischen Gewicht (Sp) und der Menge des Würzequantums (Wq) multiplizirt und das Resultat durch das Kilogrammgewicht des Malzschrotes (M) theilt:

$$E = \frac{S \times Sp \times Wq.}{M.}$$

Die wirkliche Extraktausbeute findet man, wenn man den Prozentgehalt der Würze und das in den Gährbottich eingelassene Würzequantum in Liter genau kennt und dann nach obiger Formel rechnet.

Z. B. Wir hätten 1150 Kilogramm Malzschrot eingemaischt und am Schlusse des Maischprozesses 6060 Liter Abmaischquantum 15% Sacharometeranzeige erhalten, so ist der in Lösung gegangene Extrakt aus 100 Kgr. Malz =

6060 Lt. ab $1^1/_2$% für Abkühlung
90
5970 Lt. ab 30% für Trebersubstanz
345
5625 Lt.

$$\frac{\overset{S.}{15} \times \overset{Sp.}{10614}\ \overset{Wq.}{5625}}{\underset{M.}{1150}} = 68{,}39$$

Die Berechnung des Malzquantums (Schüttung) für ein Gebräu, welches für eine gewisse Anzahl Liter Würze von x % Gehalt erforderlich ist und die Summa der Hl.-Anzahl (Guss), welche am Schluss des Hopfenkochens sich in der Pfanne befinden sollen, findet man nach folgender Formel:

$$M. = \frac{S. \times Sp. \times Wq.}{E.}$$

M. bedeutet das Malzquantum,
S. die Sacharometeranzeige,
Sp. das spez. Gewicht derselben,
Wq. das Würzequantum,
E. die angenommene Extractausbeute.

Z. B. Wir wollen 50 Hl. Würze mit 13% in den Gährbottich bringen, wie viel Malz ist erforderlich und wie viel Hl. heisse Würze müssen sich am Schluss des Hopfenkochens in der Pfanne oder im Kessel befinden?

Wird die Extractausbeute mit 60% angenommen, so ist

$$\frac{\overset{13}{S.} \times \overset{1053}{Sp.} \times \overset{50}{Wq.}}{E\ 60} = 1140 \text{ Kgr. Malz erforderlich.}$$

Eine andere Methode der Vorausberechnung der Schüttung ist die von Doktor Schulze angewendete. Derselbe legt den Bedarf an Malz zu Grunde, welchen man für einen Hektolitergrad eines Hektoliters Würze benöthigt.*) Die Summe der Hektolitergrade findet man, wenn man die Saccharometerprocente, welche die Würze haben soll, mit der Anzahl Hektoliter, die man herstellen will, multiplicirt. Die Schüttung wird erhalten, wenn man diese Summe der Hektolitergrade mit dem angenommenen Malzbedarf, der für einen Hektolitergrad erforderlich ist, multiplicirt.

Die Formel für diese Berechnung ist demnach, wenn

Sch. die Schüttung bedeutet,
S. „ Saccharometeranzeige,
H. „ Hektoliterzahl,
M. den Bedarf an Malz:

Sch. = S. H. M.

Da der Extraktgehalt des Malzes verschieden ist, so ist der Bedarf an Malz für 1 Hektograd ebenfalls grösser oder geringer.

Der Malzbedarf für 1 Hektograd beträgt nach Schulze bei vorzüglichem Malz 1,65 Kg., bei mittlerem Malz 1,75 Kg., bei geringerem Malz 1,85 Kg.

---

*) Unter Hektolitergrad versteht man, wenn 1 Hl. Würze 1 Kgr. Extrakt enthält. Zeigt z. B. die Saccharometeranzeige 12%, so sind das 12 Hektolitergrade oder abgekürzt 12 Hektograde. Das Gewicht eines Hektogrades ist keine constante Grösse, da das Gewicht derselben, je nach der Concentration der Würze steigt oder fällt und ist identisch mit dem spezifischen Gewichte eines Liters Würze.

Beispiel: Es sind 50 Hl. Würze mit 13% herzustellen, wie viel Malz ist von jeder Sorte erforderlich?

Hl.	S.	M.	
50	13	1,65	= 1072 Kg. Malz
50	13	4,7	= 1137 „ „
50	13	1,85	= 1202 „ „

Gussführung.

Da durch Versuche längst festgestellt ist, dass die Concentration der Maische, ob dick oder dünn, keinerlei Einfluss auf die Zusammensetzung der Würze ausübt, so kann man unbeschadet der Bierqualität so dick wie möglich einmaischen und wird man zur Erreichung der grösstmöglichsten Ausbeute des Malzes möglichst wenig Hauptguss nehmen, damit durch grössere Nachgüsse die Treber vollständig erschöpft werden können.

Am besten gelingt dieses bei der Infusionsmethode. Es treffen auf 50 Kg. oder auf 1 Hl. Malz 130 Liter Wasser.

Bei der gewöhnlichen Dickmaischmethode wird der Guss vertheilt; es treffen auf 50 Kg. = 1 Hl. Malz 100 Liter Wasser in die Pfanne oder den Kessel und 130 Liter in den Maischbottich. Letzteres Quantum dient zum Einmaischen, ersteres wird zum Kochen erhitzt und dient zum Steigern der Maischtemperatur von 28—32° R. = 35—40° C.

Bei dieser Gussführung erhält man für 50 Kg. = 1 Hl. Malz 275—300 Hl. Abmaischquantum, daraus 150—200 Liter Hauptwürze, so dass zum Auswaschen der Treber immer noch für jeden Hektoliter Malz 100—150 Liter Nachgusswasser verwendet werden können.

Da wir bei unserem Beispiele 50 Hektoliter kalte Würze erhalten wollen, so müssen sich am Schlusse des Hopfenkochens 55—58 Hl. Würze in der Pfanne befinden, weil die Würze bis zur genügenden Abkühlung durch Verdampfung, Verdunstung und Verdichtung weniger wird.

Der Procentsatz des Verlustes wechselt; er wird um so grösser, je mehr Hopfen verwendet wird und je reiner und je trockener die Luft ist. Es treffen auf die Verdampfung 4—5 Raumprocente, doch kann dieselbe bei trockener Luft auch grösser sein. Die Verdichtung kann ebenfalls mit 4—5% angeschlagen werden. Für den Raum, welchen der Hopfen einnimmt, für Trub und andere kleine Verluste können 3% berechnet werden, so dass der Gesammtverlust 10—12% beträgt.

In Wirklichkeit ist derselbe jedoch grösser und darf, wenn die Abkühlung nur auf dem Kühlschiff erfolgt, wie dieses im Winter der Fall ist, mit 15% angenommen werden.*)

Wird die Würze nach kurzer Zeit vom Kühlschiff entfernt und vermittelst Kühlapparate rasch abgekühlt, so beträgt der Raumverlust 10—11%.

Da durch das Kühlen nur Wasser verdampft, so findet ein Substanzverlust nicht statt; doch wird die langsam abgekühlte Würze mehr Procente am Saccharometer zeigen, wie die rasch abgekühlte Würze.

---

*) Diese Volumenverluste werden verschieden angegeben und sind den oben beschriebenen Schwankungen unterworfen. Grösser wie 12% werden die Verluste, wenn viel Hopfen verwendet wird; kleiner, wenn der Hopfen, nachdem derselbe von der Würze getrennt ist, ausgewaschen und ausgepresst wird.

Die Zunahme des Extraktgehaltes der Würze steht in einem gewissen Zusammenhange mit der Verdampfung und Verdichtung.

Je mehr Wasser verdampft, um so grösser wird der Extraktgehalt der Würze sein. Wird kurz vor dem Ausschlagen der Würze auf's Kühlschiff aus dem Kessel oder der Pfanne eine Probe entnommen, diese rasch auf 14° R. zurückgekühlt und der Extraktgehalt mit dem Saccharometer erhoben, so wird der gefundene Extraktgehalt der Würze geringer sein, als wenn nach erfolgter Abkühlung auf dem Kühlschiff die Saccharometeranzeige erhoben wird.

Je nach Stärke der Würze wird der Procentsatz 0,8—1% mehr betragen.

Hat bei der ersten Messung die Würze 12% gezeigt, so wird sie bei der zweiten 12,8% zeigen; hat sie 13% bei der 1. Messung gezeigt, so wird sie 13,9—14% bei der 2. erreichen.

Vom Sieden des Wassers.

Je nach Art des Brauverfahrens wird die zu einem Gebräu erforderliche Wassermenge entweder in den Kessel gebracht, daselbst auf eine bestimmte Temperatur erwärmt und ein entsprechendes Quantum davon in den Maischbottich abgelassen, oder es wird ein Theil Wasser von der gewöhnlichen Temperatur in den Bottich gebracht, während ein anderer Theil in der Pfanne oder Kessel auf den Siedepunkt erwärmt und nach Willkür kürzere oder längere Zeit gekocht wird.

Durch das längere Kochen des Wassers bezweckt man das Weichwerden desselben.

Wie bereits auf Seite 30 des II. Bandes erwähnt ist, wird die Härte des Wassers bedingt durch die Gegenwart der Kalk- oder Magnesiasalze. Von diesen Salzen können jedoch nur die doppelkohlensauren Kalk- und Magnesiasalze in grösseren Mengen gelöst vorhanden sein, während die einfachkohlensauren Kalk- und Magnesiaverbindungen wegen ihrer Schwerlöslichkeit nur in äusserst geringen Mengen vertreten sind.

Durch das Kochen des Wassers werden die doppelsauren Salze in einfache übergeführt und fallen dann als solche aus.

Die Fällung ist durch starkes Trübwerden des Wassers erkenntlich. Ein halbstündiges Kochen reicht zur Fällung aus; längeres Kochen ist nach Umständen schädlich, weil durch die Verdampfung grösserer Mengen Wasser die gelöst bleibenden Salze vermehrt werden.

Zu letzteren sind der schwefelsaure Kalk und die leichtlöslichen Stoffe Chlor, Natrium, sowie die salpetersauren Salze zu rechnen.

Die Einflüsse der einzelnen Bestandtheile im Wasser wurden bereits auf Seite 30 des II. Bandes genügend beschrieben. Im Allgemeinen gilt von der Brauchbarkeit des Wassers zum Brauen das Gleiche, was auf Seite 78 dieses Bandes bei Beschreibung des Weichprocesses angegeben wurde. Nach den Untersuchungen verschiedener Forscher scheint indess eine gewisse Härte des Wassers erwünscht.

So schreibt beispielsweise Doktor Busch der Gegenwart gewisser Kalksalze eine wesentliche Bedeutung für die Ernährung der Hefe zu (Band II, Seite 34). In England werden dem Maischwasser schwefelsaure Kalk- und Magnesiasalze, sowie Kochsalz zugesetzt.

Es soll sich durch diese Zusätze die Würze schneller brechen und mehr Glanz bekommen, ferner das Bier eine blässere Farbe erhalten, weil hartes Wasser weniger Farbstoff aus Malz und Hopfen auszieht.*) Zur Herstellung von bayerischem und Wiener Bier ist jedoch der Umstand, ob das Wasser mehr oder weniger hart ist, von keinem besonderen Einfluss, weil hier überhaupt länger gemaischt und gekocht wird.**) Doktor Schulze kommt durch seine Untersuchungen und Beobachtungen zu dem Resultate, dass alle guten Trinkwasser, deren Abdampfrückstand von 0,121 g im Liter des weichen Pilsener Wassers bis 1,057 g eines harten Münchener Wassers wechseln, einflusslos sind auf den Vergährungsgrad am Ende der Hauptgährung.

Nachtheilig auf die Biererzeugung wirkt nur die Gegenwart grosser Mengen Chlor, Ammoniak und die salpetersauren Salze. Ein längeres Kochen des Wassers kann deshalb unterbleiben.

Von der Arbeit des Maischens und von den Maischtemperaturen.

Das Mischen des Malzschrotes mit dem Wasser nennt man das Maischen. Diese Arbeit wurde früher mit Krücken, Maischgittern, Maischbrettern oder Maischscheitern verschiedener Form vollzogen, während in der Neuzeit allgemein hiezu eigens dafür construirte Maschinen dienen (Band I S. 87).

Durch das Maischen bezweckt man eine gleichmässige Vertheilung des Malzschrotes mit dem Wasser und eine Ausgleichung der Temperatur. Die Temperatur muss in allen Theilen der Maische gleich hoch sein, je leichter und je rascher diese Bedingungen erreicht werden, um so besser ist die Construction der Maischmaschine.

Die Zeit, wie lange gemaischt werden soll, ist von der Beschaffenheit des Malzes abhängig; gut aufgelöstes und leicht gedarrtes Malz löst sich schneller auf wie mangelhaft bereitetes und stark gedarrtes Malz.

Im Allgemeinen wird die vollständige Extraktion nicht durch lang anhaltendes oder starkes Maischen erreicht, sondern es muss hiebei besonders die Erhaltung derjenigen Temperaturen berücksichtigt werden, bei welcher die Auflösung am besten erfolgt. Der Charakter eines Bieres ist von der Beschaffenheit des Malzes, vom Brauverfahren und von den dabei angewendeten Temperaturen abhängig. Die Verschiedenheit der Maischtemperaturen, welche sich in Einmaisch-Verkleisterungs-, Verzuckerungs- und Abmaischtemperatur eintheilen lässt, sind von nicht zu unterschätzendem Einfluss.

Vom Einteigen oder Einmaischen.

Je nach Art des Brauverfahrens wird kalt oder warm eingemaischt. Man versteht darunter das erste Zusammenmaischen des Malzschrotes mit einem grösseren oder kleineren Antheil Wasser im Kessel oder im Maischbottich von verschiedener Temperatur. Einmaischungen, welche 10—12° R. (12—15° C.) nicht übersteigen, werden gewöhnlich mit kaltem, jene, die über 12° R. (15° C.) hinausgehen, mit warmen und solche, welche 40—50° R. (50—62° C.) erreichen, mit heissem Einmaischen bezeichnet.

---

*) Neuere Arbeiten von Moritz und Hartley Thi Breves Journal 15. März 1883.

**) Bayerischer Bierbrauer 1876, Seite 56.

Kalt einzumaischen und die Maische längere Zeit stehen zu lassen empfiehlt sich, wenn junges oder weniger gut aufgelöstes Malz verwendet wird.

Durch das kalte Einmaischen wird eine Nachreifung, eine Quellung und eine theilweise Auflösung der Malzbestandtheile herbeigeführt.

Bei der gewöhnlichen Art des Dickmaischverfahrens wird kalt eingemaischt. Die erste Aenderung, welche vorgenommen wird, um einem Brauverfahren eine andere Richtung zu geben, trifft nun zunächst mit wenigen Ausnahmen die Einmaischtemperatur, sie wird höher genommen.

Je höher jedoch dieselbe liegt, desto mehr wird die Farbe und der Geschmack des Bieres eine Veränderung erfahren. Die vollmundigsten Biere erzielt man immer, wenn die Einmaischung nicht höher wie 40° R. (50° C.) genommen wird. Nimmt man die Einmaischtemperatur gleich so hoch, dass sie mit der Verzuckerungstemperatur zusammenfällt, so erhält man ein etwas helleres Bier mit hohem Vergährungsgrad.

Lässt man dagegen die Einmaischung längere Zeit (1 Stunde) bei 40° R. (50° C.) so erhält man eine etwas dunklere Würze und ein Bier mit geringem Vergährungsgrad.

Die Verkleisterungstemperatur.

Wenn man Stärkemehl in kochendes Wasser einrührt, so erhält man in ganz kurzer Zeit eine schleimige Flüssigkeit. Das Stärkemehl ist zu Kleister geworden.

Die Kleisterbildung ist ein rein physikalischer Prozess, eine chemische Veränderung erfährt die Stärke dabei nicht. Die Kleisterbildung beginnt bei den verschiedenen Stärkemehlarten nicht bei der gleichen Temperatur.

Nach Habich beginnt die Kleisterbildung bei der Malzstärke mit 48° C. und ist bei 50° C. beendigt.

Bevor jedoch die Einmaischung auf die Verkleisterungstemperatur erhöht wird, pflegt man, besonders bei Durchführung der bayerischen Dickmaischmethode, durch Zubringen von heissem Wasser die Maischtemperatur erst auf 28—32° R. (35—40° C.) zu stellen, auf welcher Temperatur die Maische verbleibt, bis der in den Kessel gebrachte Maischantheil $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde gekocht hat.

Während dieser Zeit findet das durch den Keimungsprocess gebildete Ferment „Peptase" Zeit, die gelösten Eiweissstoffe zum Theil in Peptone zn verwandeln. (Band II S. 85.)

Die Bildung der Peptase erfolgt durch den Keimungsprozess, doch ist der Gehalt derselben ein sehr geringer und die Erzeugung der Peptone ist nicht gross. Nach unseren Untersuchungen enthält das Malz nur kleine Mengen Peptone (Seite 141 d. B.).

Für die Hefenbildung scheint ein gewisser Gehalt der Würze an Peptone von besonderer Bedeutung zu sein.

Da sich, wie bereits erwähnt wurde, die Peptone unter dem Einflusse der Peptase bei 28—32₀ R. bilden, so ist die Bedeutung und der Werth, die Maischtemperatur 28—32° R. eine Zeit lang einzuhalten, aufgeklärt. Die Wirksamkeit dieser Maischtemperatur beruht auch noch darin, dass sich etwas Milchsäure bildet, wodurch die Wirkung der stärkeumbildenden, sowie der peptonisirten Fermente befördert wird. Auch hier ist nur die Bildung äusserst kleiner Mengen Milchsäure nützlich, ein grösserer Gehalt würde nachtheilig für die Klärung des Bieres sein und auch den Geschmack beeinflussen. Der Gehalt an Peptonen in der Würze wechselt von 0,05—0,2 $^0/_0$.

Verzuckerungstemperatur.

Man versteht darunter diejenige Temperatur, bei welcher die Stärke am schnellsten in Dextrin und Zucker zerlegt wird. Hervorgerufen wird dieser Prozess durch die Diastase. Ueber Diastase im Allgemeinen wurde bereits im Band II Seite 78 und 83 geschrieben. Nach der daselbst von Kulkowsky mitgetheilten Analyse enthält die Diastase weniger Stickstoff, als wie die Gruppe aller Eiweisskörper.

Nach den neuesten Untersuchungen von Dr. Löw unterscheidet sich jedoch das von ihm möglichst rein dargestellte Präparat von den übrigen Eiweisskörpern nicht wesentlich und erhält man bei Vergleich über die Zusammensetzung beider Körper folgendes Bild:

	der Diastase nach O. Löw		der Eiweisskörper nach Dr. Maly	
			Fibrin	Fibrin pepton
	Mit Asche	Aschenfrei	Aschenfrei	Aschenfrei
C.	51,81	52,75	55,51	51,40
H.	7,38	7,51	6,98	6,95
N.	16,26	16,55	17,34	17,13
O.	—,—	—,—	Der Aschengehalt wechselt	
S.	—,—	23,19	bei Fibrinpepton	
Asche	1,77	—,—	von 0,5—1,6%	

Sieht man von dem Aschengehalt ab, so unterscheiden sich diese Gruppen in ihrer elementaren Zusammensetzung nur wenig von einander und ist es nur ihre physiologische Wirkung, wodurch sich diese Körper wesentlich von einander unterscheiden.

Erhitzt man Diastase in wässeriger Lösung auf 75° C., so büsst sie ihre zuckerbildende Kraft ein, ohne dass dieselbe gerinnt, eine Eigenschaft, welche die Diastase auch bei Erhöhung auf den Siedepunkt beibehält.

Ist ihre zuckerbildende Kraft auf diese Weise zerstört, so unterscheidet sich die Diastase von den gewöhnlichen Peptonen nicht mehr.

Die Ursache der zuckerbildenden Wirkung ist auf verschiedene Weise zu erklären versucht worden, doch dürfte die richtige Erklärung die sein, dass in den ungeformten Fermenten labile Atomgruppirungen vorhanden sind, deren heftige Atombewegung sich den damit in Berührung befindlichen Körpern mittheilt, so dass diese in kleinere Moleküle gespalten werden und Wasser aufnehmen können. Es ist dieses dasselbe Prinzip, welches Nägeli der Gährung zu Grunde legte und welches Löw für die ungeformten Fermente weiter ausführte.*) Die chemische Umsetzung der Stärke in Dextrin und Zucker ist in Bd. II S. 77 beschrieben.

Für den Bierbrauer ist von besonderem Interesse zu wissen, bei welcher Temperatur die Dextrin- und Zuckerbildung am schnellsten und günstigsten verläuft. Balling nimmt an, dass die beste Temperatur zur Zuckerbildung 75° C. sei. Otto hält die Temperatur

*) Pflügers Archiv für die ges. Physiologie, Bd. XXVII.

65—67° C. als die geeignetste, Habich gibt 69° C. an. Habich nimmt deshalb 69° C. an, weil er durch Maischversuche gefunden hat, dass bei dieser Temperatur die vollständige Ueberführung der Stärke in Dextrin und Zucker innerhalb 20 Minuten eintritt, während bei 71° C. 30 Minuten, bei 65° C. 35 Minuten, bei 75° C. 50 Minuten Zeit erforderlich ist.

Reischauer hielt 70—75° C. für die geeignetste Temperatur, Lermer hielt die Temperatur 65° C. als die geeignetste und fand, dass bei dreistündiger Maischzeit der höchste Zuckergehalt im Extrakt erreicht wird. Schulze*) hält 70° C. für die höchste zulässige Temperatur und hält gleich Habich jede weitere Erhöhung der Temperatur für zwecklos; nach unseren Versuchen wird die höchste Zucker- und Extraktausbeute erreicht, wenn man mit 50° C. einmaischt und innerhalb ½ Stunde die Maische auf 70° C. stellt und bei dieser Temperatur ½ Stunde verweilt. Von besonderem Einfluss auf die Beschaffenheit des Malzextraktes sind jedoch die Zwischentemperaturen, welche bis zur Erreichung der Verzuckerungstemperatur angewendet werden. Obwohl diese Zwischentemperaturen von verschiedenen Brauerei-Schriftstellern als sehr wichtig bezeichnet wurden, insbesondere wegen des Verhältnisses des Dextrins zum Zucker im Extrakt, so begnügte man sich doch damit, wenn man neben der höchsten Extraktausbeute eine möglichst zuckerreiche Würze erhielt. Die Natur des sich dabei bildenden Dextrins liess man aber dabei ganz unberücksichtigt.

Wir wissen aber, dass es verschiedene Dextrine gibt; die einen stehen dem Stärkemehl nahe, die andern dem Zucker, und so wird eine Stufenleiter von dem grossen Moleküle der Stärke, das zum mindesten $(C_6 H_{10} O_5)_8$ vielleicht auch noch grösser ist, bis zum Zucker hergestellt, wie folgendermassen veranschaulicht werden mag:

Stärke
Amylodextrin
Erythrodextrin
a-Achroodextrin
b-Achroodextrin
c-Achroodextrin
Maltose
Glukose

Das Drehungsvermögen für die Ebene des polarisirten Lichts nimmt bei den Dextrinen um so mehr ab, je mehr sie sich der Maltose nähern. Es lässt sich aus mehreren Gründen schliessen, dass die Dextrine um so mehr Klebkraft und um so bedeutenderen vollmundigen Geschmack besitzen werden, je mehr sie sich der Stärke nähern, und diese Eigenschaften um so weniger ausgeprägt sein werden, je näher stehen die Dextrinarten dem Zucker. Da aber das der Stärke am nächsten stehende Erythrodextrin und Amylodextrin durch ihre Färbungen mit Jod leicht nachzuweisen sind, die Biere und Würze aber sich nur ausnahmsweise mit Jod färben, so können hier nur die 3 Achroodextrine in Betracht kommen, da nur diese keine Jodfärbung geben. Daraus geht hervor, dass vollmundige Biere hauptsächlich *a*- und *b*-Dextrin, die nicht vollmundigen aber hauptsächlich *c*-Dextrin enthalten, — und dass sowohl in der Gerste als auch im Malz solche Dextrinarten enthalten sein müssen.

---

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen 1879. S. 565. 581.

Dieses lässt sich nun leicht nachweisen; bekanntlich lösen sich die Dextrine um so schwerer in verdünntem Weingeist*), je grösser ihr Molekül ist. Wenn nun kalter Malzauszug, Würze oder Bier durch Eindampfen konzentrirt wird, so wird man auf Zusatz einer zur vollständigen Dextrinausfällung nicht hinreichenden Menge Alkohol bei einer dieser Flüssigkeiten um so mehr Dextrin fällen können, je mehr Dextrin mit grösserem Molekül darin enthalten ist, ferner wenn man bei ein und derselben eingeengten Flüssigkeit (kalter Malzauszug, Würze oder Bier) das Dextrin fraktionsweise ausfällt, d. h. zuerst wenig Alkohol zusetzt, von dieser gefällten Dextrinportion (I) abgiesst und zur Flüssigkeit nun wieder Alkohol zugibt, so wird eine Fraktion (II) des Dextrins erhalten. War die Alkoholmenge auch diesmal nicht zur vollständigen Ausfällung des Dextrins hinreichend, so wird man in der abgegossenen Flüssigkeit noch eine weitere Fraktion (III) ausfällen können. Die Fraktion (I) wird das grösste Molekül besitzen und der Stärke näher stehen als die späteren Fraktionen.

Zur Bestätigung dieses dienten folgende Versuche.

I. Gerste.

200 gr. feingeschrotene Gerstensubstanz werden mit 800 gr. Wasser von 20° C. eingemaischt und nach kurzem Stehen abfiltrirt. Das Filtrat zeigte am Saccharometer 1,4%. Der in Lösung gegangene Extrakt beträgt deshalb auf 100 gr. Gerstensubstanz berechnet 1,4·4 = 5,6%. Zur Entfernung des Pflanzeneiweisses wurde das Filtrat eine Zeit lang gekocht und durch Filtriren das ausgeschiedene Pflanzeneiweiss entfernt. Das Filtrat auf $^1/_4$ eingedampft und nach dem Eindampfen mit gleichen Volumen absoluten Alkohol versetzt, fiel eine beträchtliche Menge Dextrin in grossen Flocken aus. Nach kurzem Stehen konnte die überstehende Flüssigkeit abgegossen werden. Diese Flüssigkeit mit der gleichen Menge absoluten Alkohol vermischt, gab nur eine schwache Fällung. Es wurde deshalb noch ein gleiches Volumen Alkohol beigegeben und dadurch eine kompaktere Fällung erreicht. Abgegossen und filtrirt ergab das Filtrat bei Zugiessen von gleichen Mengen Alkohol nur mehr eine schwache Fällung, die auch durch Zugiessen einer weiteren Quantität Alkohol sich nicht verstärkte. Fällung I und II gab mit Jod eine schwach röthliche Reaktion auf Erythrodextrin, Fällung (III) gab mit Jod keine Reaktion.

Die Dextrinarten der Gerstensubstanz scheinen demnach aus Erythro- und α-Achroodextrine zu bestehen.

II. Malz.

Behandelt man sehr gut aufgelöstes nicht allzu braun gedarrtes Malz in gleicher Weise wie Gerste, so erhält man eine blanke Flüssigkeit, welche 3,3—3,8% Extrakt enthält.

Untersucht man den Extrakt auf Zucker, so findet man nur sehr wenig, 0,2—0,4%, entfernt man durch Kochen und darauffolgendes Filtriren das ausgeschiedene Pflanzeneiweiss und kocht den Mehrauszug zu $^1/_4$ seines ursprünglichen Volumens ein und setzt das gleiche Quantum absoluten Alkohol zu, so fällt das Dextrin, welches dem Stärkmehl am nächsten steht, aus; doch ist die Menge des Niederschlages viel geringer wie bei

*) In starkem Alkohol sind bekanntlich alle Dextrine unlöslich.

dem Gerstenauszug. Versetzt man dagegen den eingedampften Malzauszug mit dem doppelten Quantum Alkohol, so erhält man einen reichlichen Dextrin-Niederschlag; versetzt man die abfiltrirte Flüssigkeit des 2. Niederschlages wiederholt mit dem gleichen Alkohol, so erhält man abermals einen Niederschlag. Da keine dieser Fällungen mit Jod eine Reaktion gibt, so sind hier nur die 3 Achroodextrin, am meisten aber *a*- und *b*-Dextrin vertreten.

III. Würze.

Zur weiteren Begründung der Ansicht, dass die Vollmundigkeit des Bieres von einer besonderen Dextrinart herrühren müsse, diente folgender Versuch: Man stellte eine Würze nach der bayerischen Dickmaischmethode (partielle Dekoktion) und nach der englichen Methode (Infusion) aus ein und demselben blass gedarrtem Malze her mit 12,5% Extraktgehalt. Von beiden nun gleich starken Würzen wurden 500 ccm. auf 150 ccm. eingedampft, sodann zu beiden genau 200 ccm. 96proc. Alkohol gesetzt. Der nun stattfindende Unterschied in der Fällung war sehr auffallend. Bei *a* war der Niederschlag viel bedeutender als bei *b*, auch war die Konsistenz des Niederschlages verschieden: bei *a* mehr klebrig, bei *b* mehr flockig. Nach 18 Stunden wurde die überstehende Flüssigkeit abgegossen, da nun bei *a* mehr ausgefallen war als wie bei *b*, so muste auch das spez. Gewicht der abgegossenen Flüssigkeit bei *a* geringer sein als bei *b*. In der That hatte *a* ein spez. Gewicht von 0,976, *b* aber 0,987*). Nun wurden beide Dextrin-Niederschläge auf Filter gebracht und nach Ablaufen der Flüssigkeit in gewogenen Schalen so lange bei 110° C. getrocknet, bis das Gewicht konstant blieb.

Das aus *a* erhaltene Dextrin wog 11,4 gr., das aus *b* erhaltene aber nur 4,2 gr. Der Unterschied in der Löslichkeit der beiden Dextrine in verdünntem Alkohol war somit höchst bedeutend. Bei *a* war also dreimal so viel des vollmundigen Dextrins vorhanden als bei *b*. Die von der ersten Dextrinfraktion aus beiden Würzen abgegossenen Flüssigkeiten wurden noch mit einer grösseren Quantität 96proc. Alkohols versetzt, dadurch fielen in beiden Fällen weitere Dextrinmengen aus = Dextrinfraktion II, welche nach dem Trocknen mit Dextrinfraktion I verglichen wurde. Das beste Mittel der Unterscheidung wäre wohl die Untersuchung auf das verschiedene Drehungsvermögen für polarisirtes Licht gewesen. Die Fraktionen II mussten eine geringere Drehungsfähigkeit besitzen, als die Fraktionen I, allein es glückte nicht, die für die Polarisationsversuche nöthige vollständige Farblosigkeit der Dextrine herbeizuführen. Schon der Geschmack ergab indess zwischen I und II merkliche Verschiedenheiten. I besass einen mehr klebrigen Geschmack wie II. Ferner ergab die conc. Lösung von I einen bedeutenden Niederschlag mit Bleiessig; Fraktion II aber gab damit nur eine leichte Trübung. Dass an der Fällung bei I nicht etwa mitgefällte Phosphate schuld waren, erhellt nicht nur aus der bedeutenden Menge des Niederschlages, sondern auch daraus, dass Bleizucker keinen Niederschlag hervorbrachte, wie es hätte bei Gegenwart von Phosphaten der Fall sein müssen. Die geringe Menge der in jeder Würze vorhandenen Phosphate war jedenfalls in dem verdünnten Weingeist gelöst geblieben.

Da nun vorliegende Untersuchungen beweisen, dass bei niederer Temperatur in der That ein Dextrin erzeugt wird, welches, seinen Eigenschaften nach zu schliessen,

*) Das spez. Gewicht wurde natürlich durch den Alkoholzusatz so weit herabgedrückt. Da aber in beiden Fällen gleichviel Alkohol zugesetzt wurde, so sind diese Zahlen wohl vergleichbar.

ein grösseres Molekül hat, als das bei höherer Temperatur entstandene, so wurde noch eine Würze durch blosse zweistündige Digestion bei 42° R. hergestellt und verglichen mit einer aus demselben Malze hergestellten Dickmaischwürze.*)

A. Würze von 42° Gehalt = 7,3 % Extrakt. (Maltose = 4,02 in 100 gr. Würze.)

150 ccm. eingedampft auf ein Viertel, dann heiss mit dem doppelten Volumen 96 proc. Alkohols vermischt, gab eine Dextrinfraktion, welche nach dem Trocknen bei 110° C. = 2,29 gr. wog.

B. Dickmaischwürze. Gehalt = 14,2 % Extrakt. (Maltose = 9.01 gr. in 100 gr. Würze.)

Da diese Würze so ziemlich das Doppelte an Extrakt hatte, so wurden 75 ccm. ebenso wie bei A. behandelt und nur erhalten 1,75 gr. Dextrinfraktion. Auf gleiche Extraktmengen in beiden Fällen war also bei der durch Digestion bei 42° dargestellten Würze viel mehr des vollmundigen Dextrins vorhanden als bei der partiell gekochten Würze. Es geht also auch hieraus hervor, dass vollmundiges Dextrin um so weniger gebildet wird, je höher die Temperatur ist.

Die Dickmaischwürze nach dem Kochen mit Hopfen gab keinen sehr wesentlichen Unterschied mehr als vor dem Kochen mit Hopfen. Die Frage der Vollmundigkeit bei Bier aus blassem Malze dürfte hiermit endgiltig entschieden sein.

Weniger von Einfluss ist die Maischtemperatur (50° C.) bei braunem Malz.

Bereitet man sich aus braunem Malz in gleicher Weise wie bei den vorhergehenden Versuchen einen kalten Malzauszug, so erhält man ebenfalls eine Flüssigkeit, welche 3,8—3,9 % am Saccharometer zeigt. Dampft man diese Flüssigkeit nach Entfernung des geronnenen Pflanzeneiweisses auf $^1/_4$ ihres Volumens ein und setzt das gleiche Quantum 96 % Alkohol zu, so fällt meist weniger Dextrin mit grossem Molekül aus, als bei Malzauszug bei blassem Malz. Dagegen bekommt man eine stärkere Fällung bei der zweiten Fraktion. Der kalte Malzauszug eines stark braun gedarrten Malzes enthält demnach mehr *b*-Dextrin.

Stellt man sich aus solch' braunem Malze eine Dekoktionswürze und eine Infusionswürze her, so findet man in der Zusammensetzung bezüglich des Maltose- und des Dextringehaltes nur wenig Unterschied. Die 12,5 % starken Würzen gaben folgendes Resultat:

	Dickmaischwürze		Infusionswürze
Extraktgehalt	12,5	davon	12,5
Zucker	8,05	„	7,96
Dextrin	3,60	„	3,74

100 ccm. der 12,0% Würze auf 30 ccm. eingedampft und mit 40 ccm. 96% Alkokol versetzt ergab bei der Dekoktionswürze nur 0,98 gr. Dextrin, während bei blassem Malze aus 100 gr. Würze von gleichem Procentsatz 2,28 gr. Dextrin gefällt wurde. Die Infusionswürze des braunen Malzes liefert bei obiger Behandlung 0,71 gr. Dextrin.

---

*) Bekanntlich wird bei der Infusionsmethode gleich auf einer höheren Temperatur gemaischt, (50° R.), so dass die höhere Temperatur schneller eintritt, als die Bildung dieser Dextrine möglich ist, während bei der Dickmaischmethode sowohl die Maische im Bottiche, als auch die im Kessel befindliche längere Zeit bei 42° R. vor dem Kochen gehalten wird. Wird bei der Infusionsmethode ebenfalls diese Temperatur längere Zeit (42° R.) eingehalten (Aufwärtsmaischen), so erhält man auch bei dieser Methode (aus blassem Malz) ein vollmundiges Bier.

Die Vollmundigkeit des Bieres aus braungedarrten Malz wird daher mehr durch die Gegenwart von *b*-Achroodextrin und von Röstgummi bedingt.

Im Allgemeinen sind braune Würzen reicher an Dextrin als blasse.

Vom Kochen der Maische.

In der Praxis herrscht allgemein der Gebrauch einen Theil des Maischgutes entweder als Dick- oder als Lautermaische eine bestimmte Zeit lang zu kochen, wodurch die Ueberführung der Stärke in Kleister, die Ausscheidung des gerinnbaren Pflanzeneiweisses und die Spaltung eines Theiles der Eiweisskörper in Peptone und andere Umwandlungsprodukte als Amidosäure, Leucin, Thyrosin, Asparaginsäure, Glutinamin, Phenylamidopropionsäure und andere Amidoverbindungen erfolgt.

Je länger die Maische gekocht wird, um so mehr werden sich solche Produkte bilden.

Da durch die Gegenwart derselben die Würze sich günstiger für die Ernährung der Hefe gestaltet, so kocht man die Dickmaische meist $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden. Ein weiterer Einfluss des Kochens besteht noch darin, dass die Farbe der Würze dunkler wird und sich der Säuregehalt derselben erhöht. Das färbende Prinzip scheinen die Extraktivstoffe des Malzes zu sein; zumal man die Beobachtung macht, dass sich eine Würze um so mehr durch das Kochen bräunt, je länger die Maische bei einer Temperatur zwischen 40—45° R. (50—60° C.) der Luft ausgesetzt ist.

Die Erhöhung des Säurengehaltes hängt mit den Umwandlungsprodukten der Eiweissstoffe zusammen. Während des Kochens der Maische verbreitet sich ein spezifischer meist sehr angenehmer Malzgeruch. Die Substanz, welche denselben verursacht, ist noch nicht ermittelt.

Abmaischen. Abmaischtemperaturen. Maischruhe.

Unter der Bezeichnung Abmaischung versteht man die letzte Arbeit des Maischens. Die Zeitdauer der Abmaischung beträgt 20—30 Minuten.

Die Temperatur, welche am Schlusse des Maischens eingehalten wird, wird Abmaischtemperatur genannt, sie beträgt 56—64° R. (70—80° C.) Die Höhe der Abmaischtemperatur richtet sich nach dem Brauverfahren. Eine besondere Bedeutung ist derselben nur dann zuzuschreiben, wenn ohne Einhaltung einer Zwischentemperatur die Einmaisch- und Abmaischtemperatur zusammenfällt, wie dies bei dem englischen Infusionsverfahren der Fall ist. Bei der gewöhnlichen Dickmaischmethode ist es nicht absolut erforderlich, bei der Abmaischung die Verzuckerungs-Endtemperaturen 50—60° R. (70—75° C.) genau einzuhalten, sie kann, wenn die Dickmaische vor dem Kochen sonst genügend der Verzuckerungstemperatur ausgesetzt war, auch ganz gut höher liegen, zumal das Stehenlassen der Maische nach dem Abmaischen auf der Ruhe nur den Zweck hat, den Trebern Zeit zu lassen, sich gehörig abzusetzen, (den sogenannten Bruch der Maische abzuwarten), wozu eine $^1/_2$stündige Ruhezeit ausreicht.

Eine weitere Umsetzung in Dextrin und Zucker, wie man häufig annimmt, findet bei der Dickmaischmethode nach dem Abmaischen nicht mehr statt.

Nach $^1/_2$stündiger Ruhezeit soll sich die Würze schön brechen, und eine ruhige dunkle Oberfläche zeigen. Ist der Maischprozess zu rasch durchgeführt, die Temperatur zu hoch genommen, zu junges oder tadelhaftes Malz verwendet worden, so zeigt die

Würze ein fuchsiges Ansehen und steigen an verschiedenen Stellen die ausgeschiedenen Eiweissstoffe sowie die Stärkmehl-Cellulose wolkenartig in der Abmaischung auf.

Die Abmaischung soll sich während der Ruhezeit nicht zu viel abkühlen; aus diesem Grunde empfiehlt es sich, den Läuterbottich zu decken und, insoferne derselbe aus Eisen ist, mit einer Holzverschalung zu versehen oder den Läuterbottich doppelwandig herzustellen, damit durch Einströmen von Dampf die Abmaischtemperatur erhalten bleibt.

Kühlt sich die Abmaischung unter 50° R. oder 60° C. ab, so wird das Abläutern verzögert, weil durch das Abkühlen sich die Würze verdichtet; ausserdem wird die Würze während des Einlaufes in die Pfanne noch weiter abgekühlt, was insoferne schädlich ist, als durch Einwirkung der Luft die Farbe und der Geschmack der Würze sich verändern kann.

Vom Abläutern und vom Nachguss (Anschwänzen.)

Nach $^1/_2$stündiger Ruhezeit (Dekoktionsmethode) oder wenn mit Jod keine Reaktion mehr eintritt (Infusionsmethode) wird zum Abläutern geschritten. Die ersten Quantitäten, welche trüb und milchig sind, werden etwas rasch abgezapft und mit Vorsicht, damit die Treber nicht aufgerührt werden, wieder in die Maische zurückgeschüttet; nun werden die Wechsel $^1/_4$ aufgerieben und die ablaufende Flüssigkeit so lange in den Bottich zurückgegeben, bis sie klar erscheint. Das Abläutern wird zu Anfang langsam vollzogen und die Wechsel nur allmählig so weit geöffnet, dass die Würze genügend zuläuft; wird von Anfang an gleich stark aufgerieben, so werden die Treber sehr zusammengepresst und das Abläutern erschwert. Die ablaufende Würze soll klar sein; einzelne Trebertheilchen, welche durch das schnelle Abläutern mit fortgerissen werden, sind unschädlich, dagegen darf die Würze nicht trübe und milchig aussehen und gilt es als ein gutes Zeichen, wenn die Würze beim Abläutern stark schäumt.

Gut aufgelöstes, blasses, mit aller Vorsicht gedarrtes Malz liefert meist krystallklare Würzen, während solche aus braunen Malz öfters nicht klar ablaufen, (stark ogalisiren), was jedoch nicht zu beanstanden ist, da diese Erscheinung einflusslos auf die Bierqualität ist.

Das Abläutern der ersten Würze soll je nach der Grösse des Sudwerkes innerhalb 2—3 Stunden erreicht werden. Verlauft das Abläutern normal, so entstehen, wenn die Würze unter die Treberschichte zurück gesunken ist, auf der Oberfläche Risse. Die Treber trennen sich von der Bottichwand ab und der über den Trebern abgelagerte Teig erscheint trocken.

Bleibt der Teig, wenn die Würze unter die Treberschichte zurückgegangen ist, schleimig und nass und läuft die Würze trüb, bevor sie vollständig abgezogen ist, so liegen das Abläutern verhindernde Einflüsse vor, hervorgerufen werden diese Zustände durch zu feines Schroten des Malzes, durch Anwendung von mangelhaft bereitetem Malz oder von zu starker Abkühlung der Abmaischung; in solchen Fällen sucht man durch Umstechen der Treber und Einstellen von Schaufeln das vollständige Abläutern der Würze zu ermöglichen. Habich empfiehlt für solche Fälle die Anwendung von Auflockerungsmittel (Band II S. 204). Steinecker verfertigt, um das Abläutern zu befördern, eigens construirte Abläuterhülfs-Apparate.

Zur möglichst vollständigen Gewinnung der Würze werden die Trebern sammt dem Teig umgestochen und mehrmals Aufgüsse mit heissem Wasser vorgenommen. Diese Manipulation wird mit „Anschwänzen“ bezeichnet.

Das Nachgussnehmen (Anschwänzen) wird jedoch in verschiedener Weise ausgeführt.

Habich hat das Anschwänzen über den Würzespiegel empfohlen, es kann diese Methode, welche darin besteht, dass man unter Anwendung eines schottischen Drehkreuzes das heisse Wasser regenförmig, noch bevor die Würze abgelaufen ist, über den Würzespiegel leitet, damit keine Vermischung des Wassers mit der Würze stattfindet, jedoch nur mit Vortheil angewendet werden, wenn der Teig zum Zwecke der alleinigen Verwendung weggenommen wird und vor der Entfernung die von denselben zurückgehaltene Würze durch den ersten Nachguss zu gewinnen gesucht wird.

Die allgemeine Methode des Anschwänzens geschieht in der Weise, dass man sobald die erste Würze möglichst vollständig abgelaufen ist, die Treber sammt den Teig umsticht und dann das heisse Wasser darauf giesst; erstere Arbeit geschieht am gründlichsten, wenn zum Zwecke des Abläuterns ein eigener Läuterbottich vorhanden ist, in welchem sich eine Aufhackmaschine befindet (Band I. S. 93); letztere Arbeit unter Anwendung eines schottischen Drehkreuzes, eines Spritzkranzes oder einer Brause.

Das zu den Nachgüssen in Verwendung zu nehmende Wasser soll mindestens 60° R. haben, kochend heisses Wasser ist nicht erforderlich und soll sogar je nach Gattung des Malzes schädlich sein.

Das Nachgusswasser wird entweder in einem eigens dazu vorhandenen Gefässe erwärmt (Wasserpfanne), oder in Ermangelung eines solchen im Maischkessel zum Sieden erhitzt und in einen hölzernen Bottich abgelassen, wo es zugedeckt bis zur Anwendung verbleibt. In gut eingerichteten Brauereien findet sich eine Warm-Wasserreserve vor, welche durch die abgehende Feuergase der Braukesselfeuerung geheizt wird und ausserdem noch eine eigene Feuerung besitzt. Wo eine Dampfmaschine vorhanden ist, kann auch der Retourdampf indirekt zum Erhitzen des Wassers benützt werden (Band I S. 90).

Eine direkte Verwendung des Retourdampfes ist zu verwerfen, weil der Dampf, welcher die Dampfmaschine passirt hat, stets von Fett verunreinigt ist oder durch das Anschwänzwasser und die Würze nachtheilig beeinflusst wird.

Die Arbeit des Anschwänzens muss rasch vollzogen werden, die Trebern dürfen nicht lange mit der Luft in Berührung kommen und müssen vor Abkühlung geschützt sein.*)

Gewöhnlich werden 3 Nachgüsse gemacht, welche der Hauptwürze beigefügt werden.

Die Nachgüsse müssen ebenfalls klar ablaufen, man lässt desshalb behufs Absetzung jeden Nachguss 10—15 Minuten auf der Ruhe.

---

*) Allgemein wird angenommen, dass sich in den Trebern, wenn sie der Luft ausgesetzt werden, Trebernsäure bildet. Diese Ansicht beruht auf einen Irrthum, da nicht die Trebern sauer werden, sondern der den Trebern anhängende Malzextrakt. Trebern, welche durch Auswaschen von dem Würzeextrakt vollständig befreit sind, faulen an der Luft; die vom Würzeextrakt nicht befreiten Trebern reagiren schon innerhalb 12 Stunden sauer, weil sich aus dem Zucker des Extraktes Säure bildet. Rührt man Treber, welche sauer reagiren, mit Wasser an, filtrirt und kocht das etwas opalisirende Filtrat 1 Stunde, so erhält man einen weissen flockigen Niederschlag, der mit Nesslerischen Reagens gekocht keine Reaktion gibt, sich aber rasch absetzt und mit Molybdänsauren Ammoniak versetzt, eine gelbe Reaktion zeigt. Der Niederschlag ist somit phosporsaurer Kalk, welcher durch die Gegenwart der Säure in Lösung blieb und erst durch das Kochen der sauren Trebermassen, wodurch ein Theil der Säure sich verflüchtigte, ausgefallen ist.

Der Extraktgehalt der Nachgüsse wird sachgemäss von einem Nachgusse zum anderen immer weniger werden und zeigen die letzten Nachgüsse meist nur mehr 2—3 % am Saccharometer. Diese letzten Nachgüsse dürfen nicht mehr sauer reagiren. Der Nachgusswürzeextrakt zeigt eine andere Zusammensetzung wie der Vorderwürzeextrakt.

Nach einer Untersuchung der wissenschaftlichen Station Münchens*) erhält man folgendes Bild:

		Vorderwürze 14,07 %	Nachguss 2,1 %
	100 ℔	Vorderwürze-Extrakt	Nachwürze-Extrakt
	enthalten:		
	Maltose	58,95	53,07
	Stickstoff	0,694	0,861
	od. Proteïnstoffe	4,34	5,38
	Asche	1,54	2,52
Nähere Aschebestandtheile	Kieselsäure	0,1481	0,4536
	Eisenoxyd	0,0131	—
	Calciumoxyd	0,0440	0,0484
	Magnesiumoxyd	0,1198	0,1799
	Kali	0,4130	0,6577
	Phosphorsäure	0,6844	1,0108
	Schwefelsäure	—	0,0585
	Mt.: N. Mt. i. E.	= 1 : 0,696	0,884

Nach den vorstehenden Analysen sind die Nachgusswürzen reicher an stickstoffhaltigen Bestandtheilen und Aschebestandtheilen, wie die Vorderwürzen. Nachtheilige Einflüsse auf die Bierqualität lassen sich jedoch davon nicht ableiten.

Nachgüsse, welche sauer reagiren und einen sogenannten Trebergeruch entwickeln, zeigen meist eine wolkige Trübung, welche vom aufgelösten phosphorsauren Kalk herrührt. Zur vollständigen Gewinnung des Extraktes werden meist noch einige Nachgüsse gemacht und dieselben zur Erzeugung von Nachbier verwendet, oder es dienen diese Nachgüsse, welche das „Glattwasser“ bilden, als Viehfutter oder zur Erzeugung von Essig und Branntwein.

Nicht zu empfehlen ist die Verwendung der letzten Nachgüsse für den nächstfolgenden Sud, geschieht dies, so müssen die Nachgüsse gleich in den Kessel gegeben, und zum Sieden gebracht werden, weil kalte Nachgüsse leicht verderben.

Die Trebern sollen, wenn möglich gleich nachdem der letzte Nachguss genommen ist, entfernt und der Läuterbottich gründlich gereinigt werden.

Von dem Kochen der Würze mit Hopfen.

Sobald im Kessel oder in der Pfanne sich so viele Würze befindet, dass ein Anheizen ohne Schädigung der Kesselwände geschehen kann, wird unter dem Kessel ein kleines Feuer unterhalten, damit die Würze nicht zu weit zurückgekühlt wird.

*) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen.

Der Zusatz von Hopfen geschieht dann auf verschiedene Weise: die allgemein übliche Methode besteht darin, dass man das ganze Hopfenquantum, welches für das Gebräu bestimmt ist, sobald der Boden des Kochgefässes mit Würze bedeckt ist, in dasselbe gibt, oder man verwendet zu Anfang nur $^2/_3$, während man den Rest erst später zufügt; die letztere Methode geschieht, um das Hopfenaroma besser zu erhalten, was auch dadurch unterstützt wird, dass man einen kleinen Antheil von dem zum Gebräu bestimmten Hopfen in den Hopfenseiher gibt und die gekochte heisse Würze über den rohen Hopfen fliessen lässt. Infusionswürzen werden, bevor der Hopfen zugesetzt wird, behufs Ausscheidung des gerinnbaren Pflanzeneiweisses $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde gekocht. Der Hopfen kann dann erst nach vollendeter Abläuterung zugesetzt werden.

Die Menge Hopfen, welche für ein bestimmtes Würzequantum erforderlich ist, richtet sich nach der Geschmacksrichtung der Biertrinker und nach der Biergattung, die man erzeugt.

Den geringsten Zusatz von Hopfen erhalten Würzen für Jung-, Bock- und Salvatorbiere; grössere Zusätze werden für Doppel- und Lagerbiere gemacht. Am einfachsten lässt sich das erforderliche Hopfenquantum nach der verwendeten Malzmenge berechnen.

Die Winterbiere, welche aus 11—12%iger Stammwürze erzeugt werden, erhalten für den Ctr. Malz $^3/_4$—1 ℔ Hopfen.

Anstich Lagerbier	pro	Ctr.	Malz	bei	12—13%iger	Stammwürze	$1^1/_4$—$1^1/_2$	℔	Hopfen
Doppelbier	„	„	„	„	14 „	„	2	„	„
Bock	„	„	„	„	16 „	„	1—$1^1/_4$	„	„
Salvator	„	„	„	„	18—19 „	„	$1^1/_4$—$1^1/_2$	„	„

Der Hopfenzusatz ist indess nicht überall gleich Tausing berechnet den Hopfenzusatz nach der Anzahl Hl., er schreibt auf Seite 507 der II. Auflage seines Lehrbuches:

Abgesehen von den stark gehopften englischen Bieren und von einigen starken Lokalbieren, schwankt die Hopfengabe bei unseren modernen Bieren zwischen 0,15 und 0,85 Kgr. pro Hl. Würze. Für Jungbiere mit 10—11,6% S. A. beträgt die Hopfengabe 0,15—0,4 Kgr; für Lagerbiere von 12—13,6% S. A. 0,3—0,6 Kgr.; für Exportbiere von 14—16% S. A. 0,5—0,85 pro Hl. Auf 1 Hektolitergrad gerechnet entfallen 0,015—0,051, im Mittel 0,03 Kgr. und auf je 100 Kgr. als Schüttung verwendeten Malzes, wenn pro Hektolitergrad 1,75 Kgr. Malz im Mittel nothwendig sind, 0,9—2,9 im Mittel 1,79 Kgr. Hopfen.

In Wien rechnet man:

Für Abzugbier mit	10 Proc.	angemeldet	0,15—0,25	Kgr.	Hopfen.
„ Lager- „ „	13 „	„	0,35—0,45	„	„
„ Märzenbier mit	14—15 Proc.	„	0,55—0,60	„	„

Die Engländer setzen ihrem Porter und Ale 1—1,3 Kgr., dem für weiten Transport auf der See bestimmten Indish-Ale bis über 3 Kgr. Hopfen pro Hl. zu.

Durch das Kochen der Würze mit Hopfen wird der Geruch, der Geschmack, der Glanz und die Haltbarkeit des Bieres bedingt. Die Würze wird gewöhnlich so lange mit Hopfen gekocht, bis der sogenannte Bruch eingetreten ist. Die vom Beginn bis zum Schluss des Kochens sichtbaren Erscheinungen sind folgende: So bald die klar gekochte Infusionswürze oder die Dickmaischwürze $^1/_4$ Stunde mit Hopfen gekocht hat, tritt eine merkliche Trübung ein, welche durch die Extrahirung der Hopfenbestandtheile veranlasst wird; gleichzeitig verbreitet sich ein starker Hopfengeruch, hervorgerufen

durch das Flüchtigwerden des grössten Theiles des Hopfenoeles. Nach längerem Kochen tritt eine Scheidung ein, die Würze klärt sich, der Gerbstoff im Hopfen bewirkt eine Fällung der Eiweisskörper und die aus dem Hopfen extrahirenden Bestandtheile wirken conservirend auf das Bier. Die Klärung der Würze erfolgt meist nach 1stündiger Kochzeit, das Kochen wird aber zur bessern Extrahirung des Hopfens länger ausgedehnt; für Jungbier kocht man $1^1/_2$—2 Stunden, für Lagerbier 2—3 Stunden.

Ein längeres Kochen wie 3 Stunden ist nicht zu empfehlen und kann überhaupt nur bei Bereitung sehr brauner Biere geschehen; werden blasse Würzen länger gekocht so wird der Geschmack und die Farbe des Bieres nachtheilig beeinflusst.

Um eine schnellere Extrahirung des Hopfens zu erreichen, empfiehlt Jerika folgendes Verfahren:

„Man nehme am Tage des Gebräues gleichzeitig mit dem Einmaischen das übliche Hopfenquantum und fülle damit einen zu diesem Zwecke bestimmten Zuber und übergiesse den Hopfen mit 30° R. warmen Wasser derart, dass das Wasser den zusammengedrückten Hopfen gänzlich bedecke und decke den Zuber hermetisch zu.

Nach etwa 2 Stunden füge man nochmals eine Wenigkeit kochendes Wasser zu, rühre gut durch und halte nun die Hopfengabe bereit, bis die Würze aufgepumpt wird. Man wird durch diese so verblüffend einfache Procedur ein Dritttheil der Hopfengabe ersparen, vorausgesetzt, dass man guten Hopfen anwendet.

Ist man gezwungen, alte, dunkelgewordene Hopfen zu versieden, so empfiehlt sich dasselbe Verfahren, mit dem Unterschied, dass man das erste Wasser nach $^1/_4$ Stunde abzieht, d. h. nicht verwendet und einen zweiten Aufguss macht. Der Geruch des erst abgegossenen Wassers lässt uns genau die Begründung dieses Verfahrens erkennen!"

Gehen wir etwas näher auf die Wirksamkeit der einzelnen Hopfenbestandtheile ein, so hat das Kochen der Würze mit Hopfen den Zweck: „dem Bier einen eigenthümlichen aromatischen bittern Geschmack zu verleihen und die Haltbarkeit des Bieres zu erhöhen". Zur Conservirung des Bieres dienen nach den allgemeinen Anschauungen:

1. die Gerbsäure,
2. das Hopfenbitter,
3. das Harz,
4. das Hopfenoel.

Die Gerbsäure ist im Wasser leicht löslich und gibt mit Eisensalzen eine grüne Färbung. Ihre conservirende Wirkung soll darin bestehen, dass sie mit eiweissartigen Körpern eine unlösliche Verbindung eingeht, welche beim Kochen der Würze mit Hopfen ausgeschieden werden. Da die Eiweissstoffe sehr zur Zersetzung geneigt sind, und namentlich die Haltbarkeit des Bieres beeinträchtigen sollten, so gibt man sich gerne der Meinung hin, dass die Haltbarkeit des Bieres dadurch erhöht werde.

Nach den Untersuchungen von E. R. Southby Country Brewers' Gazette vom 9. Mai 1883 werden jedoch nur unbedeutende Quantitäten Eiweissstoffsubstanz ausgeschieden, wie dies deutlich nachstehende Zahlen beweisen:

I.

Gesottene, aber ungehopfte Würzen. Durchschnittsgewicht: 1,057 Grad.

Folgendes sind die Durchschnittsresultate von fünf Stickstoffbestimmungen in Weichwasser- und von fünf Bestimmungen in Hartwasserwürzen.

	Würzeextrakt	Stickstoff	Albuminoide $= 6,3 \times N$
Weichwasserwürze	100	0,832	5,24
Hartwasserwürze	100	0,860	5,41

II.

Gesottene und gehopfte Würzen. Durchschnittsgewicht: 1,066 Grad.

Folgendes sind die Durchschnittsresultate von zwei Stickstoffbestimmungen in Weichwasser und von zwei Bestimmungen in Hartwasserwürzen.

	Würzeextrakt	Stickstoff	Albuminoide
Gehopfte Weichwasserwürze	100	0,807	5,08
„ Hartwasserwürze	100	0,812	5,11

Weitere Untersuchungen über die Menge Albuminoide, welche durch die Hopfengerbsäure ausgeschieden werden, haben die Herren Moritz und Lee durch Versuche festgestellt, welche zu folgenden Resultaten führten:

Infusionswürze wurde $^1/_2$ Stunde lang ohne Hopfen gesotten, man erhielt 0,472 gr. durch das Kochen koagulirte Eiweissstoffe, die so behandelte filtrirte Würze wurde mit der für die Praxis anpassenden Menge Hopfen gekocht und 0,062 gr. Gerbsäure-Albuminade erhalten. Eine zweite Quantität der gleichen Würze wurde $^1/_2$ Stunde lang ohne vorherige Abscheidung der durch's Kochen gerinnbaren Albuminoide mit Hopfen gekocht. Die auf den Hopfen treffende Gerbsäure Eiweissstoffabscheidung betrug 0,135 gr.

Beide Untersuchungen beweisen, dass die konservirende Wirkung der Gerbsäure in dieser Hinsicht eine sehr geringe ist und nur dessen klärende Eigenschaft in Betracht kommen kann.

Als zweite Substanz kommt das Hopfenöl in Betracht. Wie bereits erwähnt, geht der grösste Theil desselben durch das Kochen verloren und nur ein geringer Theil, welcher mit dem Harze auf's Innigste verbunden ist, bleibt mit demselben in der Würze zurück.

Dieser Theil kann selbst durch mehrtägiges Kochen nicht vollständig verflüchtigt werden und nimmt mit Antheil an der Bouquetbildung des Bieres; dagegen wird der Geschmack und die Haltbarkeit des letzteren vom Hopfenöl nicht beeinflusst. Das Hopfenöl hat desshalb nur insoferne eine Bedeutung, dass es, so lange es sich unverdorben im Hopfen vorfindet, den guten aromatischen Geruch des Hopfens bedingt und dadurch einen Anhaltspunkt bietet für die Güte des Hopfens. Im Uebrigen ist das Hopfenöl für den Brauprozess bedeutungslos, zumal Versuche mit entöltem Hopfen, bezogen von Breithaupt in Hagenau*) keinen nennenswerthen Unterschied weder im Verlaufe des Sudprozesses noch auf der Gährung zeigten. Selbst im Geschmacke des Bieres lies sich kein Unterschied konstatiren.

Das gleiche Resultat wurde in Weihenstephan erhalten.*)

Hopfenharz und Hopfenbitterstoff. Das Hopfenharz steht in nächster Beziehung zu dem Hopfenöl und lässt die Qualität des Oeles einen Schluss ziehen auf die Güte

---

*) Michel's Versuchstations-Bericht 1876 S. 17.

**) Bayerischer Bierbrauer 1872 S. 17.

des Harzes. Das Harz steht mit dem Bitterstoffe in engster Verbindung, denn die sich während der Gährung abscheidenden bitteren Substanzen sind Körper harziger Natur, welche den bitteren Geschmack des Bieres bedingen und die wichtigsten Bestandtheile für die Bierbereitung sind.

Dem Hopfenharze wurden gährungshemmende Eigenschaften zugeschrieben, doch kann davon die Haltbarkeit des Bieres nicht abgeleitet werden. Nach unseren Versuchen bleibt der Vergährungsgrad der Würze aus ein und demselben Malze unter Anwendung der gewöhnlichen Dickmaischmethode gleich hoch, ob viel oder wenig Hopfen angewendet wird. Schulze sagt: „Der Hopfen, mit welchem die Würze gekocht wird, vermindert den Vergährungsgrad nur um einen Minimal-Betrag.“*)

Die Hopfenbestandtheile lösen sich äusserst langsam auf und kann nach der gewöhnlichen Methode des Hopfenkochens die Gesammtmenge der im Hopfen enthaltenen Stoffe nicht extrahirt werden, sondern es bleibt ein gewisser Antheil im Hopfen zurück.

Die Menge, welche zurückbleibt ist aber abhängig:

1) von der Menge und Güte des angewandten Hopfen,

2) von der Concentration der Würze,

3) von der Dauer des Kochens.

Die Hopfenbestandtheile, welche in die Würze gelangen, sind äusserst gering.

Nach einer Berechnung von Dr. Prior erhält man folgendes Resultat:

Auf 125 Liter Würze pflegt man etwa 350—500 Gramm Hopfen zu nehmen; nach verschiedenen Analysen sind im Hopfen enthalten:

Hopfenöl	0.12	bis	0.5	pCt.
Hopfenbitter	5.30	„	7.69	„
Hopfenharz	4.01	„	15.90	„
Gerbsäure	2.26	„	7.80	„

Nimmt man an, es würden 500 Gramm Hopfen auf obiges Quantum Würze verbraucht, und nimmt man ferner die höchsten Zahlen für die Hopfenbestandtheile wie sie eben aufgeführt wurden, an, so gelangen in 125 Liter Würze

Hopfenöl	2.5	Gramm
Hopfenbitter	38.45	„
Hopfenharz	79.50	„
Gerbsäure	39.00	„

Rechnet man diese Zahlen in Würze-Prozente um unter der Annahme, dass das ganze Quantum in die Würze beim Kochen gelange, so enthält die Würze im Maximum:

Hopfenöl	0.0020	pCt.
Hopfenbitter	0.0307	„
Hopfenharz	0.0636	„
Gerbsäure	0.0312	„

Weitere Untersuchungen des Herrn Dr. Prior, welche den Zweck hatten, die Frage zu entscheiden, wie weit der Hopfen in der Praxis nach dem bis jetzt üblichen Verfahren ausgebeutet wird, gibt folgenden Aufschluss. Zur Untersuchung dienten:

1) Hopfen, wie derselbe zum Sud gelangt,

2) Hopfen, welcher ausgekocht war.

---

*) Lintners Lehrbuch der Bierbrauerei, Braunschweig 1878. Seite 482.

Die ausgekochten Hopfen wurden in frischem Zustande direkt aus der Braupfanne entnommen, nach Entfernung der anhängenden Würze und Trocknen bei etwa 40° C. der Analyse unterworfen, die frischen Hopfen in dem Zustande, in welchem sie in das Laboratorium gelangten. In diesem Hopfen wurden durch exakte, mindestens doppelt ausgeführte Bestimmungen festgestellt:

1) die vorhandene Feuchtigkeit;
2) die in Wasser löslichen Stoffe;
3) die in absolutem Alkohol löslichen Bestandtheile;
4) die in Aether löslichen Substanzen.

Als Mittelzahlen der vielen Bestimmungen, auf Hopfentrockensubstanz berechnet, fand Dr. Prior

1) Für frischen Hopfen:		
Wasserextrakt	32.50	Prozent
Alkoholextrakt	26.41	„
Aetherextrakt	19.86	„
2) für ausgekochten Hopfen:		
Wasserextrakt	20.72	„
Alkokolextrakt	9.59	„
Aetherextrakt	7.67	„

Es geht aus diesen Untersuchungen hervor, dass in dem Hopfen noch eine ganz erhebliche Menge werthvoller Stoffe unbenützt verloren geht, welche unbedingt bei weiterer Ausbeute eine wesentliche Ersparniss des theuren Rohmaterials zur Folge haben müssen und zur Betrachtung der Hopfensparsysteme führen.

Die Systeme, Hopfen zu sparen, bestehen im Sparen beim Einkauf und im Sparen bei der Verwendung.

Sparen kann man im ersteren Falle durch direkten Einkauf und dann, worauf schon im Vorstehenden hingewiesen wurde, dadurch, dass man den Werth des Hopfens nicht von der Siegelung ableitet, sondern dass man immer nur die Qualität in's Auge fasst. Genaue Untersuchung des Musters gibt Aufschluss über den Werth des Hopfens, man kaufe deshalb stets nach Qualität, und niemals nach dem Ortssiegel.

Für Jungbiere sehe man zwar auf gesunde reine Waare, doch kann dieselbe auch grossdoldig und sogenannter Landhopfen sein; ferner wähle man gut konservirten Hopfen aus vorjähriger Ernte, welcher mit ersterem gemischt ohne Beeinflussung der Bierqualität verwendet werden kann. Für Lagerbier wähle man schwere feine Hopfensorten und auch hier nur für diejenigen Biersorten, welche für längere Lagerzeit bestimmt sind.

Es empfiehlt sich, dass für ein längeres Lager des feinen Aromas wegen der feinste Hopfen verwendet werden soll, die Haltbarkeit ist aber sicher nicht von der Feinheit des Hopfens abhängig.

Gut getrockneter, grossdoldiger, wenn auch etwas rauher aber sonst gesunder Landhopfen gibt ebenso haltbare Biere, wie der feinste schwerste Siegelhopfen.

Was den mehr oder weniger feinen Geschmack betrifft, so macht man oft insoferne gegentheilige Erfahrungen, dass gewöhnliche gesunde Landhopfen trotz 3—4stündiger Kochzeit ein Bier von milderem Geschmacke resultirte, als das Bier besass, dessen Würze unter Zugabe der feinsten Hopfensorte nur 2 Stunden gekocht wurde.

Sparen bei der Verwendung kann man damit, dass man sich auf das nothwendigste Hopfenquantum beschränkt. Man verwende für Jungbier nur dann mehr als $^3/_4$ Pfd. Hopfen per Hl. Malz, wenn von Seite der Konsumenten ein mehr bitterer Geschmack des Bieres verlangt wird. Die Hopfenzugabe für Lagerbier beschränkt man ebenfalls auf das geringste Mass; ein grösserer Zusatz als 2 Pfd. Hopfen per Hl. Malz ist nicht rationell.

Keller, welche wegen zu hoher Temperatur einen grösseren Hopfenzusatz nöthig machen, versehe man mit Eiskellern und sorge neben einer niederen Temperatur durch geeignete Ventilation für reine Luft. Wo diese Faktoren nicht gegeben sind, wird auch ein grösserer Hopfenzusatz das Bier nicht vor dem Verderben schützen. Keller mit guter Ventilation und niederer Temperatur herzustellen, erfordern nur einmal eine grössere Ausgabe und trägt das zu diesem Zwecke angelegte Kapital nicht nur reichliche Zinsen, sondern es wird auch bald das Kapital zurückbezahlt.

Abgesehen von dem pekuniären Nutzen wird die mit guten Kellern versehene Brauerei ein besseres Produkt in den Konsum bringen, wie diejenige mit schlechten Kellern, deren Produkt schon in Folge eines grösseren Hopfenzusatzes zu bitter und wegen der höheren Kellertemperatur zu weit vergohren sein wird; es wird sich auch weniger frisch oder gar matt trinken. Um Hopfen zu sparen, hat Habich schon vor vielen Jahren vorgeschlagen, den einmal gekochten Hopfen entweder zum Einmaischwasser eines zweiten Sudes zu geben, oder denselben noch einmal mit der Würze eines Jungbierbräues zu kochen.

Tausing kommt auf den gleichen Gedanken, schlägt ferner längeres Kochen der Würze mit Hopfen vor, wodurch der Bitterstoff des Hopfens besser ausgezogen werden soll, macht auf das Zerreissen der Hopfendolden aufmerksam und bringt das Auspressen des Hopfens in Erinnerung.

Den ausgekochten Hopfen nach Habich's Vorschlag in das Einmaischwasser des nachfolgenden Gebräues zu geben und dann den Maischprozess wie sonst durchzuführen, gibt nicht befriedigende Resultate, dagegen empfiehlt sich das Auswaschen und Auspressen des Hopfens. Dasselbe findet zur Zeit nur wenig Anwendung, weil vielfach die Meinung verbreitet ist, dass durch Auspressen eine unangenehm bittere Substanz aus dem Hopfen gepresst wird, die sich auf das Bier überträgt.

Unsere Erfahrungen bestätigen diese Ansicht nicht und ist das Auswaschen mit heissem Wasser und nachherigem Auspressen nur zu empfehlen.

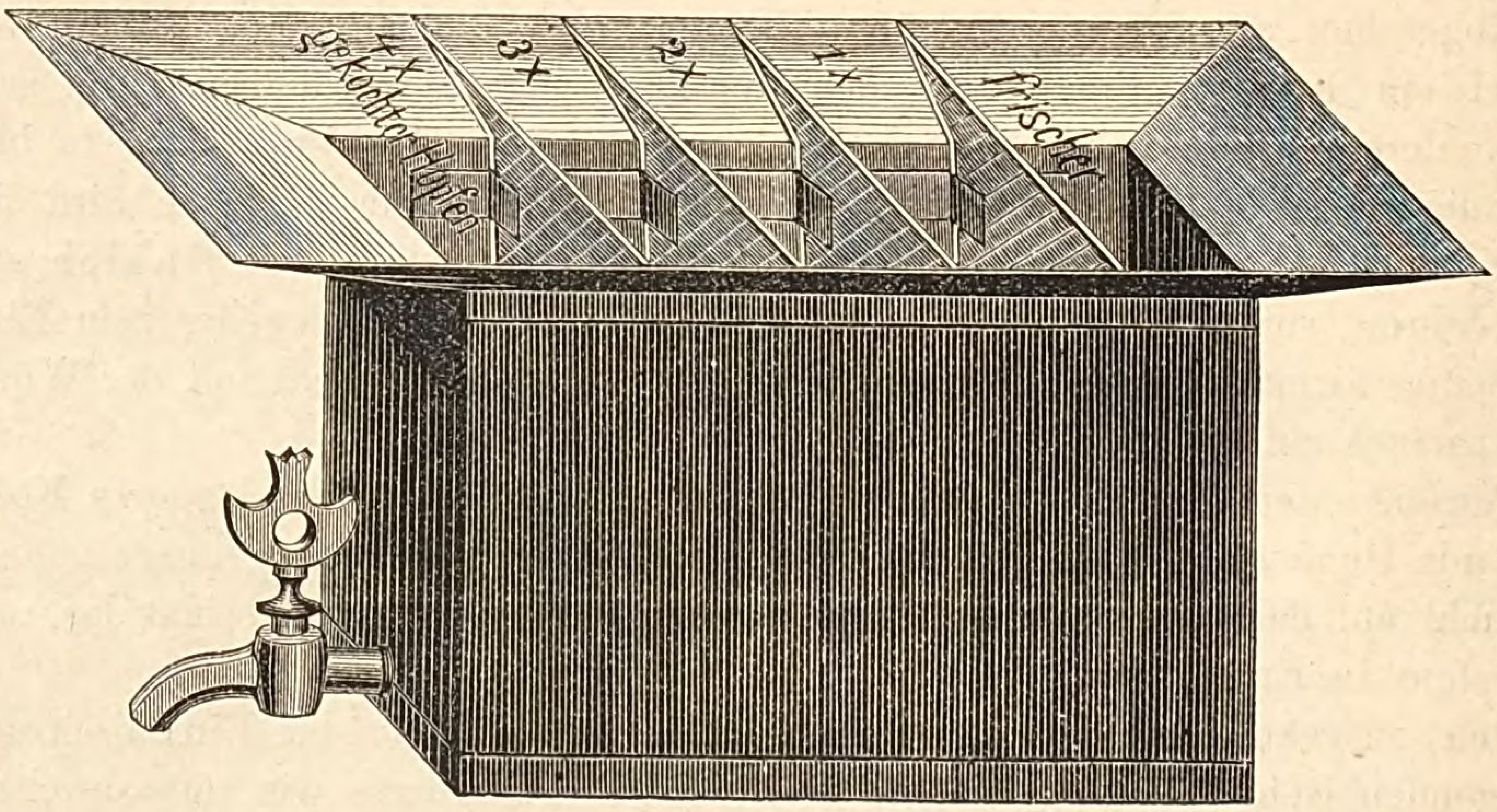
Hopfen wird dadurch nicht erspart, sondern nur die vom gekochten Hopfen zurückgehaltene Würze ausgesogen, wodurch ein Mehrgewinn an Extrakt erzielt wird.

Eine wirkliche Ersparniss an Hopfen wird jedoch erreicht, wenn man den schon einmal gebrauchten Hopfen mit frischem vermischt noch einmal oder auch öfters verwendet.

Eine solche Methode ist die von Deinhardt, welche in nachstehender Weise durchgeführt wird.

Der Hopfen wird 4-, respektive 5 Mal gekocht und wird die Einrichtung getroffen, dass der schon öfters gekochte Hopfen sich nicht mit dem frisch zugesetzten Hopfen vermischen kann. Zu diesem Zwecke setzt Deinhardt Scheidewände von gelochten Blech oder Drahtgewebe in die Pfanne oder den Kessel ein, wodurch das Kochgefäss fünf Abtheilungen enthält. Umstehendes Bild veranschaulicht diese Eintheilung.

Der schon 1, 2, 3 und 4 mal gekochte Hopfen wird sogleich in die vordersten vier Abtheilungen gebracht und die Würze mit dem Hopfen bis zum Bruch gekocht. Hat die Würze Bruch und ist sie zum Ausschlagen fertig, dann bringt man erst den frischen Hopfen hinzu, kocht vielleicht noch durch 25—40 Minuten stark auf und schlägt dann aus. Man entzieht dann dem frischen Hopfen nur die flüchtigen Bestandtheile. Auffallend schnell bricht sich die Würze bei der Deinhardt'schen Methode. Dieser Umstand ist aber leicht erklärt, wenn man bedenkt, dass die in den Hopfen eingedrungene Würze die im ersteren enthaltenen schwerlöslichen Stoffe bereits vor dem Kochen lockert und löst. Wird nun bei Anwendung der Deinhardt'schen Methode kontinuirlich gesotten, d. h. wenn ausgeschlagen ist, steht bereits die frische Würze auf dem Läuterbottich, so braucht man nichts weiter, als die einzelnen Hopfenpartien von Sieb zu Sieb nach dem Ablauf zu transportiren und das hintere Feld für den frischen Hopfen wieder



Deinhardt's Braupfanne zum Hopfenkochen.

frei zu machen. Wird dagegen mit dem Sieden ausgesetzt, so muss man die Hopfen sofort aus der Pfanne entfernen und an einem kühlen und sauberen, mit reiner Luft versehenen Orte jede Sorte für sich mit der anhaftenden Würze ganz flach ausbreiten. Hier hält sich der Hopfen nachweislich 10—14 Tage ganz vorzüglich. Da nun wohl selten eine Brauerei länger als 14 Tage aussetzt, abgesehen von der Ruhesaison, so ist eine Gefahr für das Verderben des Hopfens vollständig ausgeschlossen.

Die Gährung der nach Deinhardt'schen Methoden gekochten Würzen verlaufen brillant.

Die Biere selbst lassen an Glanz und Geschmack nichts zu wünschen übrig.

Die Hopfenersparniss beträgt nach den Untersuchungen von Dr. Prior bis zu 40%*) und darüber. Fünfmal ausgekochter Hopfen aus der Deinhardt'schen Brauerei im Vergleich mit nur einmal verwendeten, gibt folgende Unterschiede.

	5 mal gekochter	1 mal gekochter
Wasserextrakt	6.79 Prozent	20,72 Prozent
Alkoholextrakt	5.18 „	9,59 „
Aetherextrakt	4.03 „	7.67 „

*) Nach Mittheilung des Braumeister Rutschmann werden 25—30% Hopfen erspart.

Ausserdem empfiehlt sich noch zur besseren Ausnützung des Hopfens das Zerkleinern des rohen Hopfens vor der Verwendung. Maschinen, welche diesem Zweck dienen, sind in der Praxis noch nicht eingeführt.

Klärmittel.

In einzelnen Fällen werden zur schnellen Klärung der Würze Klärmittel angewendet. Die gebräuchlichsten sind:

Carragheen Moos,
Kalbsfüsse,
Tannin,
kalter, wässeriger Malzauszug,
Kochsalz.

Das wirksamste ist das *Carragheen Moos*. Für 1 Hektoliter Würze nimmt man nach Habich's Angaben 3 gr. Man setzt es 1 Stunde vor Schluss des Hopfenkochens zu. Längeres Kochen würde den Pflanzenschleim dieses Mooses verändern, ihn seiner schleimigen Natur berauben und als Klärmittel untauglich machen.

Die *Kalbsfüsse* enthalten ebenfalls grössere Mengen Thierschleim und Knochenleim; man verwendet nach Habich für 100 ℔ Malz einen Kalbsfuss. Die Kalbsfüsse werden in möglichst frischem Zustande zerkleinert, in ein Säckchen eingebunden und ebenfalls eine Stunde lang mit der Würze gekocht.

Tannin. Die Anwendung des Tannins geschieht in Pulverform; man kann nur sehr kleine Quantitäten verwenden. Für 1 Hektoliter Würze genügen 3 gr. Tannin.

Kalter, wässeriger Malzauszug. Man maischt 200 Liter Wasser mit 100 ℔ Malz ein und zieht nach einigen Stunden einen klaren Malzauszug ab, bewahrt denselben an einen kühlen Ort auf und setzt ihn mit Beginn des Hopfenkochens zu (für 1 Hektoliter Malz 50 Ltr. kalten Malzauszug). Durch das Kochen gerinnt das Pflanzeneiweiss und sollen dadurch die übrigen die Würze trübenden Bestandtheile umhüllt und ausgeschieden werden.

Das *Kochsalz* wird häufig in England angewendet und wird während des Hopfenkochens der Würze beigefügt. Seine klärende Wirkung besteht darin, dass es lösend auf die Eiweisskörper wirkt. Dass alle diese Mittel eine rasche Klärung der Würze bewirken, ist allgemein bekannt; weniger sicher lässt sich daraus der Schluss ziehen, dass auf solche Weise geschönte Würzen ein klares Bier geben.

Eine klare abgeläuterte Würze gibt, wenn sie sonst normal zusammengesetzt ist, auch ohne solche Klärmittel ein klares Bier, während eine mangelhaft bereitete Würze trotz der schönsten Klärung trübes Bier liefern wird.

Als äusserst wirksames Mittel wird von verschiedenen Seiten das Filtriren der Würze über den Hopfen oder mittelst Filtrirapparat empfohlen.*)

*) Während des Kochens mit Hopfen zeigt die Würze ein verschiedenes Verfallen, in einem Falle findet die Ausscheidung der Eiweissstoffe (der sogenannte Bruch) in grossen Flocken in kurzer Zeit statt, und die Würze zeigt sich, trotzdem sie sich im starken Aufsieden befindet, krystallklar; im andern Falle bleibt die Würze trotz Stunden langem Kochem während des Aufwallens auffallend trüb und klärt sich erst nach längerem Ruhen. In diesem Falle hat zwar auch eine Verbindung der Eiweissstoffe mit der Hopfengerbsäure stattgefunden, aber die Ausscheidung ist in so kleinen Partikelchen erfolgt, dass wir sie mit unbewaffneten Augen nicht wahrnehmen. Die Ursache dieser Erscheinung ist noch unaufgeklärt, doch ist sie mehr auf die Beschaffenheit des Malzes und weniger auf den Hopfen zurückzuführen.

Die Manipulation ist sehr einfach: Die mit dem Hopfen genügend gekochte Würze bringt man sammt den Hopfen in den Läuterbottich oder in ein eigenes dafür bestimmtes Gefäss, welches mit einem Läuterboden versehen ist und läutert sie gleich der ungehopften Malzwürze klar ab. Eine auf diese Weise gereinigte Würze setzt keinen Trub ab und liefert, wenn sonst die Würze normal szuammengesetzt ist, eine schöne weisse Hefe und ein klares reinschmeckendes Bier.

Vom Abstehen der Würze nach dem Kochen mit Hopfen und vom Zugiessen des Wassers.

Um sich zu überzeugen, ob die Würze klar gekocht oder wie man sich eigentlich auszudrücken pflegt, gut ausgesotten ist, lässt man dieselbe nach Beendigung des Hopfenkochens noch eine kurze Zeit im Kessel stehen, bis sie vollständig klar erscheint. Damit der sogenannte Bruch schneller eintritt, wird durch Zufliessenlassen von kaltem Wasser die Würze abgeschreckt, d. h. ausser Sud gebracht. Ueber die Wirkung des Zugiessens von Wasser bestehen verschiedene Ansichten, wovon die meist verbreitete die ist, dass das Zugiessen von Wasser schädlich sei. Hartes Wasser gibt dem Biere einen harten Trunk und muss vor der Verwendung gekocht werden. Wir können diese Ansicht nicht vertreten, indem eine Verdünnung der Würze mit Wasser sogar noch ohne Nachtheil nach der Abkühlung der Würze geschehen kann und ist nur die Bedingung daran zu knüpfen, dass das dazu in Verwendung zu nehmende Wasser ein gesundes Trinkwasser sein muss. Man kann also unbeschadet der Bierqualität die gewünschte Concentration der Würze durch Zugiessen von Wasser herstellen.

Habich hat zu diesem Zwecke eine Tabelle angefertigt, aus welcher ersichtlich ist, wie viel der erforderliche Wasserzusatz auf je 100 Ltr. beträgt, wenn die Würze auf einen gewissen Prozentgehalt verdünnt werden soll.

Besitzt die Würze einen Gehalt von	und sie soll verdünnt werden auf																				
	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,8	13,0 Proz.
	so beträgt der erforderliche Wasserzusatz auf je 100 L. der stärkern Würze																				
Saccharometer-Proz.	Liter:																				
10	11,6	9,1	6,7	4,3	2,1																
11	23,2	20,4	17,8	15,2	12,8	10,5	8,2	6,1	4,0	2,0											
12	35,0	31,9	29,0	26,2	23,5	21,0	18,5	16,2	13,8	11,6	9,5	7,5	5,6	3,7	1,8						
13	46,8	43,5	40,3	37,3	34,4	31,6	28,9	26,3	23,8	21,4	19,1	16,9	14,7	12,7	10,7	8,7	6,9	5,1	3,4	1,7	
14	58,7	55,2	51,7	48,5	45,3	42,3	39,4	36,6	33,9	31,3	28,8	26,4	24,0	21,9	19,7	17,6	15,6	13,6	11,7	9,9	8,1
15	70,7	66,9	63,2	59,7	56,3	53,1	50,0	47,0	44,1	41,3	38,6	36,0	33,5	31,1	28,8	26,5	24,4	22,2	20,2	18,2	16,3
16	82,8	78,8	74,8	71,1	67,4	63,9	60,6	57,4	54,3	51,4	48,7	45,7	43,0	40,4	37,9	35,5	33,1	30,9	28,7	26,6	24,6
17	95,1	90,7	86,5	82,5	78,6	74,9	71,4	67,9	64,6	61,4	58,3	55,4	52,5	49,8	47,1	44,6	42,0	39,7	37,3	35,1	32,9
18	107,4	102,8	98,3	94,0	89,9	86,0	82,2	78,5	75,0	71,6	68,3	65,2	62,2	59,3	56,4	53,7	51,0	48,6	46,0	43,6	41,4
19	119,9	114,9	110,2	105,6	101,3	97,1	93,1	89,2	85,5	81,9	78,4	75,1	72,0	68,8	65,8	62,9	60,1	57,5	54,8	52,2	49,8
20	132,4	127,2	122,2	117,3	112,7	108,3	104,1	100,0	96,1	92,3	88,6	85,1	81,8	78,4	75,3	72,3	69,2	66,4	63,6	61,0	58,3

Von der Wahl des Brauverfahrens.

Die Bereitung der Würze kann nach verschiedenen Brau-Methoden geschehen.

Die in der Praxis eingeführten Brauverfahren kann man zweckmässig in 3 Abtheilungen bringen.

Infusionsmethode,
Lautermaischmethode,
Dickmaischmethode.

Die Infusionsmethode.

Die Infusionsmethode ist das älteste Brauverfahren und findet hauptsächlich in England und Amerika Anwendung.

Die Bezeichnung rührt davon her, weil bei diesem Verfahren nur Aufgüsse mit heissem Wasser periodisch erfolgen, bis das Maischgut auf die Verzuckerungstemperatur gebracht ist. Da hier ein Kochen der Malztheile unterbleibt, so wird die Würze vor Zugabe des Hopfens behufs Abscheidung des gerinnbaren Pflanzeneiweisses eine Zeit lang gekocht.

Die Infusionsmethode kann in verschiedener Weise durchgeführt werden. Man unterscheidet die Methode der Aufwärts- und die Methode der Abwärtsmaischung.

In England ist die Methode der Abwärtsmaischung eingeführt.

Bei Anwendung dieser Methode kann jedoch nur ganz vorzüglich blass gedarrtes Malz verwendet werden.

Die Durchführung ist höchst einfach.

Das Malzschrot wird in fein geschrotenem Zustande unter Anwendung eines Vormaischapparates mit 60—62° R. oder 70—75° C. warmen Wasser eingemaischt, wodurch die Einmaischung auf 54—56° R. zurückgeht.

Auf 100 ℔ Malz rechnet man 150 Ltr. Wasser.

Die Maische bleibt 1—1½ Stunden der Ruhe überlassen, dann wird abgeläutert und wie gewöhnlich weiter verfahren.

Steht kein Vermaischapparat zu Gebot, so lässt man von dem (60° R.) heissen Wasser für je einen Hektoliter Malz 150 Ltr. in den Bottich ablaufen und maischt in demselben das Malz ein.

Die so hergestellte Würze vergährt meist sehr hoch, weil diese Würze viel Dextrin mit kleinem Molekül enthält, welches dem Zucker am nächsten steht und unter dem Einflusse der Hefe rasch vergährt. Man erhält ein sehr alkoholreiches und äusserst blasses Bier, welches aber nur dann eine grosse Haltbarkeit besitzt, wenn die Stammwürze 16—18% beträgt. Bier nach dieser Methode hergestellt, welches nur einer 12—13% Stammwürze entspringt, trinkt sich dünn, trocken und gehaltlos.

Aufwärtsmaischen.

Die Methode der Aufwärtsmaischung kann auf 2 Arten durchgeführt werden.

Nach der 1. Methode wird kalt eingemaischt. Man leert das Malzschrot trocken in den Maischbottich und lässt am besten unter Anwendung des schottischen Drehkreuzes für 1 Hektoliter Malz 100 Liter Wasser über das Malzschrot fliessen. Die so durch-

nässte Malzschrotmasse lässt man 1—2 Stunden auf der Ruhe und bringt in der Zwischenzeit für jeden Hektoliter Malz 200 Liter Wasser auf den Siedepunkt.

Von dem heissen Wasser lässt man unter fleissigen Maischen so lange zu Maischgut, bis die Verzuckerungstemperatur (52—56° R.) erreicht ist.

Die Abmaischung bleibt 1—1½ Stunde auf der Ruhe. Zur Sicherung, ob die Verzuckerung vollständig erfolgt ist, wird die Jodprobe gemacht; tritt keine Reaktion ein, so kann mit dem Abläutern begonnen werden. Im andern Fall wird noch einmal aufgemaischt und wenn die Temperatur zu weit zurückgegangen ist, noch einmal kochend heisses Wasser zugefügt, bis wieder die ursprüngliche Temperatur 56—58° R. eingetreten ist.

Die zweite Methode weicht nur wenig von der eben beschriebenen ab.

Es werden für jeden Hektoliter Malz 150 Liter 55—48° warmes Wasser in den Bottich abgelassen und das Malzschrot in denselben entleert.

Ist ein Vormaischapparat vorhanden, so wird durch diesen das 45—48° R. warme Wasser dem Malzschrot zugeführt, so dass die Einmaischung ziemlich dick in den Maischbottich gelangt.

Die Einmaischung erreicht gewöhnlich 40—42° R. oder 50—53° C.; bei dieser Temperatur lässt man die Maische eine Stunde ruhen, und erhitzt in der Zwischenzeit das Wasser auf den Siedepunkt. Nun lässt man unter fleissigem Maischen so lange von dem Wasser zu bis 56° R. = 70° C. erreicht sind. Die Abmaischung bleibt eine Stunde auf der Ruhe; nach Ablauf dieser Zeit wird die Jodprobe gemacht. Tritt keine Reaktion ein, so wird in sonst üblicher Weise abgeläutert. Vor Zugabe des Hopfens wird die Würze ebenfalls behufs Ausscheidung des Pflanzeneiweisses ½ Stunde gekocht.

Durch das warme Einmaischen wird das Verfahren der Aufwärtsmaischung abgekürzt; es ist aber empfehlenswerth, kalt einzumaischen und die Temperatursteigerung periodisch vorzunehmen, so dass die Abmaischtemperatur (56° R.) erst erreicht wird, nachdem die Zwischentemperaturen 30, 40 und 50° R. eine Zeit lang eingehalten wurden.

Die auf solche Weise hergestellte Würze zeigt einen normaleren Gährungsverlauf und liefert ein mehr vollmundiges Bier.

Lautermaischmethode.

Die Bezeichnung Lautermaischmethode wird davon abgeleitet, weil man bei dieser Methode den dünnflüssigen Theil von der Einmaischung trennt und den trüben Malzauszug, welcher Stärkmehl und Treberpartickelchen enthält, nachdem derselbe eine bestimmte Zeit lang gekocht wird, zur Steigerung der Einmaischung auf die Verzuckerungstemperatur verwendet.

Die Methode wurde früher häufig in Bayern, besonders in Kulmbach angewendet; sie ist veraltert und durch die rationellere Dickmaischmethode verdrängt.

Die Einmaischung wird gewöhnlich warm genommen.

Man rechnet auf 1 Hl. Malz 200 Liter Wasser, welches auf 45° R. erwärmt in den Maischbottich gelassen wird. Die Einmaischung bleibt 1 Stunde auf der Ruhe. Nun wird für jeden Hl. Malz 100 Liter Dickmaische in den Kessel gepumpt und nach Willkür ¼—½ Stunde gekocht.

Habichs Lautermaischverfahren.

Das Malzschrot wird trocken in den Maischbottich gebracht und für jeden Hl. Malz 100 Liter Wasser darauf gelassen. Die kalte Einmaischung bleibt 2 Stunden auf der Ruhe. Dann wird die Flüssigkeit — der „kalte Satz“ — möglichst klar in den Grand abgelassen und von da in ein anderes Gefäss zur Aufbewahrung gebracht. Während dieser Zeit wird für jeden Hl. Malz 130 Liter Wasser in den Kessel gebracht und auf 60° R. erwärmt. Ist diese Temperatur erreicht, so wird davon so viel in den Bottich gebracht, bis die Temperatur der Maische auf 40° R. gestiegen ist; dabei muss natürlich herzhaft gemaischt werden. Hierauf folgt die wichtige Operation des Abziehens der Lautermaische.

Der Zweck dieser Operation ist, die abrinnende Flüssigkeit mit so viel Stärkemehl und andere Bestandtheilen des Mehlkörpers zu beladen als nur möglich. Desshalb wird während des Abfliessens der Lautermaische fortwährend lebhaft gemaischt, damit die Lautermaische recht trübe erscheint. Die Lautermaische wird in den von Wasser ziemlich entleerten Kessel gebracht und allmählig bis auf 52—56° R. erhitzt, worauf das Feuer geschlossen und die Läutermaische $^1/_2$ Stunde der Ruhe überlassen wird. Dann wird durch erneutes Erhitzen die Lautermaische zum Sieden gebracht.

Mittlerweile ist der „kalte Satz“ in den Maischbottich befördert und es beginnt sofort unter anhaltendem Aufmaischen das Zubringen der kochenden Lautermaische in den Bottich. Die Temperatur wird 52—56° R. betragen und somit wird abgemaischt. Nach einer Stunde Ruhe wird zum Abläutern geschritten. Die Würze muss gleich ziemlich klar laufen; thut sie das nicht, so ist man beim Abziehen der Lautermaische nicht rührig genug gewesen.

Durch dieses Verfahren will Habich die vollständige Umwandlung des Stärkemehls hauptsächlich dadurch erreichen, dass bei der niedern Temperatur zuerst das gemalzte Stärkemehl verzuckert und dann durch Kochen das ungemalzte verkleistert wird. Der kalte Malzauszug, welcher vor dem Abmaischen in den Bottich gebracht wird, dient dann zur vollständigen Verzuckerung.

Man lässt unter fleissigem Maischen so viel von der gekochten Lautermaische zum Maischgut in den Bottich fliessen, bis 52° R. erreicht sind. Nun bringt man wiederholt das gleiche Quantum Lautermaische in den Kessel zurück, lässt die Maische $^1/_2$ Stunde auf der Ruhe, kocht dann $^1/_2$ Stunde und lässt die gekochte Lautermaische zum Maischgut.

Die Abmaischung soll 58° R. erreichen und nicht unter 56° R. zurückbleiben.

Abläuterung und Kochen der Würze mit Hopfen geschieht in sonst üblicher Weise.

Dickmaischmethode.

Man bezeichnet damit jenes Brauverfahren, bei welchem entweder ein Theil der dicken Einmaischung, oder die Hälfte oder auch das ganze Maischquantum eine Zeitlang gekocht wird.

Die Dickmaischmethode ist in unendlich vielen Modifikationen eingeführt, man unterscheidet folgende Methoden:

die gewöhnliche bairische Dickmaischmethode,
die Augsburger Salzbrauerei,
Heiss und Jericka Kesselmaischung,
Unsöld Brauereiverfahren und viele andere.

Unter diesen Braumethoden ist die bairische Dickmaischmethode, welche darin besteht: dass man das Malzschrot in Wasser (von gewöhnlicher Temperatur 3—15° C.) einmaischt und durch theilweises Kochen des Maischgutes (2 Dickmaische und 1 Lautermaisch) und wieder Zurückbringung zum Rest im Maischbottiche allmälig das Gesammtmaischgut auf 60° R. (= 75° C.) erhöht.

Die Durchführung geschieht in folgender Weise:

Das zu einem Gebräu erforderliche Wasser beträgt für den Hl. Malz 200 bis 230 Liter. Die einfachste Gussführung ist jedoch die, dass man 120 Liter Wasser von gewöhnlicher Temperatur zum Einmaischen benützt und 100 Liter in den Kessel auf den Siedepunkt erhitzt.*)

Sobald das Wasser kocht, (oder auch schon einige Stunden früher), lässt man für jeden Hektoliter Malz den man zum Gebräu verwendet, 120 Liter Wasser von gewöhnlicher Lufttemperatur in den Maischbottich ablaufen und bringt unter fleissigem Maischen das Malzschrot in demselben. Die Arbeit des Maischens wird so lange fortgesetzt, bis die Gesammteinmaischung eine breiartige Masse bildet und sich in der Maische keine Knollen mehr vorfinden; was gewöhnlich innerhalb 20 Minuten erreicht wird. Nun lässt man unter fortgesetztem Maischen von dem gekochten Wasser so lange zum Masichgut fliessen, bis die Temperatur 30° R. (37° C.) erreicht hat. Das Zulassen des Wassers hat äusserst langsam zu geschehen und wird einige Male unterbrochen, so dass die angezeigte Temperatur erst innerhalb 20 Minuten, bei grösseren Gebräuen erst in 30 Minuten erreicht wird.

Ist diese Temperatur erreicht, so wird das in der Pfanne übrig bleibende Wasser bis auf einige Centimeter Höhe in einen dazu bestimmten Bottich abgelassen, nun werden für je 1 Hl. Malzschrot 1 Hl. Dickmaische in die Pfanne gepumpt, was ungefähr dem dritten Theil des ganzen Maischgutes entspricht. Diese Dickmaische wird innerhalb $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden zum Kochen erhitzt und $^1/_2$ Stunde darin erhalten.

Nach Ablauf dieser Zeit wird zum Maischen geschritten und durch langsames periodenweises Zulassen der kochenden Maische die Temperatur auf 40—42° R. gesteigert. Nach Erreichung dieser Temperatur wird die 2. Dickmaische unter lebhaftem Maischen auf den oft noch 2—3 Hl. haltenden Rest der 1. Dickmaische in die Pfanne zurückgepumpt, bis das ganze Quantum für 1 Hl. Malz 110 Liter Dickmaische beträgt.

Durch den kleineren oder grösseren Restantheil, welcher von der 1. Dickmaische im Kessel zurückgeblieben ist, wird die Temperatur der 2. Dickmaische 48° R. erreicht haben, ist dies nicht der Fall, so wird diese durch ein schwaches Feuer auf die genannte Temperatur gebracht, dann das Feuer mit Asche gedeckt, und die Züge geschlossen. Die Dickmaische wird $^1/_2$ Stunde der Ruhe behufs der Verzuckerung überlassen. Nach Ablauf dieser Zeit wird die Maische zum Kochen gebracht. Nach $^1/_2$ stündigem Kochen lässt man unter fleissigem Maischen in einem Zeitraum von 15—20 Minuten diese 2. Maische in den Bottich ab, wobei die Temperatur nicht unter 50° R. zurückbleiben und nicht über 52° R. steigen soll. Zur Erreichung dieser Temperatur ist gewöhnlich

---

*) Das Quantum, welches von dem im Kessel auf den Siedepunkt erwärmten Wassers zur Steigerung der kalten Einmaischung auf die übliche Anfangstemperatur erforderlich ist, ist abhängig von der Temperatur der kalten Einmaischung, welche bei kalten Wetter niederer (4—5° R.), bei warmen Wetter höher 9--10° R.) sein wird.

das ganze Quantum der Dickmaische nothwendig. Nunmehr kommt die Lautermaische in die Pfanne und beträgt das ganze Quantum für 1 Hl. Malz 120 Liter Maische.

Diese Maische wird sofort in's Kochen gebracht und $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde darin erhalten.

Nach vollendeter Kochzeit wird zum Abmaischen geschritten und soll die Temperatur nicht unter 56° R. zurückbleiben und 62° nicht übersteigen.

Während der ganzen Operation sollen folgende Regeln beobachtet werden:

1. Bevor das zum Gebräu erforderliche Quantum vertheilt wird, muss darauf gesehen werden, dass das Koch- und Maischgeschirr gut gereinigt ist, ferner ob der Läuterboden gut schliesst und ob die Schlitze und Löcher, welche sich im Senkboden befinden, alle offen sind. Nachlässige Reinigung und schlecht eingelegte Läuterböden können oft zu grossen Uebelständen führen.

2. Bleibt die kalte Einmaischung einige Stunden stehen, so muss vor Beginn des Maischens das auf den Flügeln der Maischmaschine und an derselben liegende Malzschrot gelockert und theilweise weggeschoben werden. Die Maischmaschine darf nur allmählig und langsam in Thätigkeit versetzt werden.

3. Sobald das Wasser kocht, muss das Feuer, insoferne mit Steinkohlen geheitzt wird, mit angenetzten Kohlen bedeckt werden. Bei Benützung von Holz soll man nahe am Siedepunkt nur mit klein gespaltenen Holz heizen, damit, wenn das Wasser kocht, das Feuer rasch gedämpft werden kann.*)

4. Hat das gekochte Wasser viel Kalk abgesetzt, so empfiehlt es sich, dies Kochgefäss vor dem Beschicken mit Dickmaische auszuspülen.

5. Wird die Einmaischung in vorgeschriebener Konzentration genommen, so gelangt die Maische dick genug in den Kessel, wenn während des Aufpumpens fleissig gemaischt wird.

Ist die Einmaischung weniger konzentrirt, so lässt man die Maischmaschine langsam gehen, um mehr Dickmaische in den Kessel zu bekommen. Die Konzentration soll eine solche sein, dass die Maische nach dem Kochen noch leicht aus dem Kessel fliesst.

6. Bei weniger gut aufgelöstem Malze ist es empfehlenswerth, auch den ersten Dickmaisch, wenn derselbe auf 50° R. erwärmt ist, eine Zeitlang bei dieser Temperatur zu halten. Will man recht vollmundiges Bier, so steigert man die Maische nur auf 40° R. (wegen der auf Seite 162 erwähnten Einflüsse.)

7. Ist die erste Maische in den Kessel geschöpft, so muss das Rührwerk so lange in Bewegung bleiben, bis die Maische kocht, ist kein Rührwerk vorhanden, so muss mittelst einer Krücke die Maische durch Aufrühren vor dem Anbrennen geschützt werden.

8. Dient der Maischbottich zugleich als Läuterbottich, so ist nach jeder Maischung eine Quantität dünne Maische durch die Abläuterwechsel abzulassen, geschieht dies nicht, so verkleistert das zwischen den Böden angelagerte Stärkmehl, wodurch das Abläutern sehr erschwert wird und nur sehr langsam erfolgt. Nach jedem Maischen müssen die an den Wänden des Maischbottiches und an den Maischmaschinentheilen befindlichen Malzpartikelchen abgespült werden.

9. Um den Kessel zu schonen, wird vor dem Ablassen der Maische das Feuer gedeckt, die Züge geschlossen, das Rührwerk in Thätigkeit versetzt oder mittelst der Krücke die Dickmaische aufgerührt.

---

*) Wir machen hier besonders auf die patentirte Pfannenfeuerung des Brauereitechnikers Georg Gerstätter in Augsburg aufmerksam. Ablenkung der Feuergassen vom Pfannenboden vor Entleerung der Pfanne. Band I. S. 118.

10. Zur Schonung des Kesselbodens ist es gut, wenn von der ersten und von der zweiten Dickmaische ein Rest im Kessel bleibt.

11. Es ist nicht absolut erforderlich, dass die Läutermaische nur aus Dünnmaische besteht, etwas Dickmaische ist einflusslos auf die Bierqualität.

12. Man lasse jede Dickmaische für Lagerbier eine halbe Stunde kochen, während eine viertelstündige Kochzeit für Jungbier genügt.

13. Das Kochen der Läutermaische kann unterbrochen werden, wenn sich im Schaugläschen grosse Flocken zeigen, die sich mit den übrigen festen Bestandtheilen rasch zu Boden setzen und die Würze klar erscheint. Man sagt dann: „Die Läutermaische hat sich schön gebrochen.“ Wird meistens in 15—20 Minuten erreicht.

14. Dient der Maischbottich zugleich als Läuterbottich, so schöpft man $^{3}/_{4}$ Theile der Läutermaische in den Kessel ober den Läuterboden, während das letzte Viertel durch die Läuterhähne abgelassen wird. (Die Trebern werden durch Einstellen von Gittern durch Vorlegern oder eines Besens zurückgehalten.)

Ueber die Wichtigkeit der einzelnen Operationen, als: Kochen, Maischen, Abläutern und Anschwänzen wurde bereits auf Seite 166 geschrieben.

Die Dickmaischmethode, wie sie hier beschrieben ist, hat in den Brauereien der gesammten Brauerwelt Deutschlands und Oesterreichs allgemein Eingang gefunden; ja man kann sagen, es ist das Grundprinzip der Würzebereitung aller Brauereien geworden.

Die Vorzüge, welche dieses Verfahren mit sich bringt, liegen hauptsächlich darin, dass durch das theilweise Trennen des Maischgutes und Kochen desselben die Stärke aufgeschlossen und durch Wiederzufügen des gekochten Antheils zum nicht gekochten eine langsame Temperatursteigerung und allmählige Auflösung der Malzbestandtheile erreicht wird.

Ein ganz besonderer Grund, welcher dieser Methode überall bleibenden Eingang verschafft hat, mag übrigens auch der sein, dass durch das theilweise Trennen des Maischgutes ein schablonmässiger Betrieb hergestellt ist, so dass man ohne Gefahr für die Güte des Produktes jeden einigermassen ordnungsliebenden Mann diese Methode mechanisch lernen und die Durchführung mit Ruhe überlassen kann.

Trotz den Erfolgen, welche diese Methode aufzuweisen hat, haben sich viele Gegner gefunden, welche dem Verfahren folgende Vorwürfe machen:

1. Die allgemeine Dickmaischmethode stellt die grösste Anforderung bezüglich des Brennstoffverbrauches.

2. Durch das theilweise Kochen der Maische und dem damit zusammenhängenden öfteren Entleeren des Kochgefässes machen sich häufige Reparaturen, sowie nicht selten Neuanschaffungen nothwendig.

3. Dieselbe erfordere mehr Zeit und Arbeit wie irgend eine andere Methode.

4. Es wird zu viel Diastase zerstört, was besonders bei jenen Malzsorten von Nachtheil werden kann, welche in Folge mangelhafter Führung des Wachsprozesses oder aus anderen Ursachen arm an diesem Ferment sind.

Um diese Vorwürfe, welche theilweise Berechtigung verdienen, zu beseitigen, suchte man diese Methode zu vereinfachen; solche Vereinfachung wurde zunächst von Balling vorgenommen.

Balling maischte das Malzschrot in warmes Wasser von 62° C. ein, die Temperatur fiel nach dem Einmaischen auf 56—57° C., sodann wurde die Hälfte des ganzen Gusses in die Maischpfanne gepumpt, daselbst je nach Belieben $^1/_2$—1 Stunde gekocht und mit 75° C. abgemaischt.

Heiss hat ein ähnliches Brauverfahren empfohlen, jedoch mit dem Unterschied, dass derselbe zum Einmaischen statt des Maischbottichs die Maischpfanne benützt. Dieselbe wird etwas mehr als zur Hälfte mit Wasser gefüllt und dasselbe auf eine Temperatur von 40—45° R. gebracht. Nach dem mindert man das Feuer durch theilweises Schliessen der Züge und bringt das Malzschrot in das im Kessel befindliche Wasser. Darauf wird tüchtig gemaischt und sodann die Züge wieder geöffnet, bei gelindem Feuer das Maischgut auf 52—54° R. erwärmt und hierauf bei gedecktem Feuer $^1/_2$ Stunde der Ruhe überlassen. Nach Ablauf dieser Zeit wird die Maische auf 60° R. gebracht und bleibt bei dieser Temperatur wiederholt $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden stehen. Ist auch diese Ruhezeit vorüber, so kann man die Maische sogleich in den Läuterbottich pumpen oder man kocht zuvor noch dieselbe $^1/_2$—1 Stunde. Additional zu diesem Brauverfahren von Heiss schlägt Habich vor, die Hälfte des ganzen Gusses als Läutermaische in den Läuterbottich abzulassen und nur den Rest als Dickmaische zu kochen. Unsöld in Kempten braucht statt der Dickmaischmethode ein Verfahren, welches er mit dem Namen „englische Methode" bezeichnet.

Die Ausführung ist folgende:

Das Malzschrot wird trocken, nachdem vorher der Seihboden mit einer grösseren Menge bereits ausgekochten Hopfens bestreut war, in den Läuterbottich geleert und über dasselbe so viel kaltes Wasser gebracht, dass das Malzschrot 5 cm. hoch davon bedeckt ist.

Die Einmaischung bleibt 3 Stunden stehen, dann wird der kalte Malzauszug (Satz) vorsichtig und sehr langsam abgeläutert. Derselbe braucht $1^1/_2$—2 Stunden; er muss ganz klar sein. Im Kessel werden für jeden Hl. Malz 150 Liter Wasser auf 40° R. erwärmt, von dem Wasser wird nun so viel zum Maischgut gelassen, damit man das ganze Malzschrot in den Kessel befördern kann. Ist sämmtliches Maischgut in den Kessel befördert, so wird unter fleissigem Durchrühren die Temperatur allmälig (innerhalb $^3/_4$ Stunden) auf 52—55° R. erhöht und $^3/_4$ Stunden lang bei dieser Temperatur der Verzuckerung überlassen. Während die Maische sich auf der Ruhe befindet, wird der kalte Satz in den gereinigten Läuterbottich zurückgebracht. Ist inzwischen die vollständige Verzuckerung eingetreten, so wird die Maische zum Kochen erhitzt und nach Willkür $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden im Kochen erhalten. Die gekochte Maische wird nun langsam unter fleissigem Maischen zum kalten Satz in den Maischbottich gebracht und mit 58° R. abgemaischt.

Nach halbstündiger Ruhe wird abgeläutert und in gewöhnlicher Weise verfahren. Das Unsöld'sche Brauverfahren ist eine vortheilhafte Vereinfachung der Augsburger Satzbrauerei. Letztere ist veraltert und haben wir es deshalb unterlassen, das Verfahren zu beschreiben.

Flühler schlägt folgendes Verfahren vor: In einem eisernen Maischbottich, der mit Rührwerk und doppeltem Boden versehen ist, wird das Malzschrot mit 75° C. eingemaischt und diese Temperatur solange eingehalten bis die Verzuckerung vollständig erfolgt ist, das ganze Gebräu wird dann nach Willkür $^1/_2$—1 Stunde gekocht und darauf abgeläutert. Braumeister Jericka hat unter dem Namen „das Pfannenmaischen" Heiss' und Habich's Vorschlag vortheilhaft verwerthet, und empfiehlt zur besseren Ausnützung des Malzes folgendes Verfahren:

Es werden für jeden Centner Malz 180 Liter Wasser in der Pfanne auf 30° R. erwärmt, in dasselbe das Malzschrot eingemaischt, nachdem man vorher das Feuer deckt und das Rührwerk ganz langsam laufen lässt.

Die Temperatur 30° R. wird eine Stunde eingehalten und während der ganzen Zeit die Einmaischung durchgerührt oder falls ein Rührwerk vorhanden ist, dieses in Bewegung gesetzt. Nun wird innerhalb einer weiteren Stunde die Temperatur der Maische auf 45° R. gesteigert.

Bei dieser Temperatur bleibt, nachdem das Feuer gedeckt, die Einmaischung $^1/_2$ Stunde auf der Ruhe. Nach dieser Zeit wird die Einmaischung unter fleissigem Umrühren innerhalb $^3/_4$ Stunden auf 50° R. erwärmt und bei gedecktem Feuer $^1/_4$ Stunde dabei erhalten

Nun lässt man die Lautermaische in den Bottich ablaufen, bringt zu der im Kessel zurückgehaltenen Dickmaische für jeden Hektoliter Malz 100 Liter 50° R. warmes Wasser und kocht die Maische nach Willkür 15—45 Minuten.

Die gekochte Dickmaische wird nun unter fleissigem Maischen zur Lautermaische in den Bottich gelassen, wodurch die Abmaischtemperatur (60° R.) erreicht wird.

Nach $^1/_2$stündiger Pause wird abgeläutert und in sonst üblicher Weise verfahren.

Ausser diesen Brauverfahren sind noch verschiedene Modifikationen bei Anwendung der Dickmaischbrauerei zu verzeichnen, so z. B. die Abkürzung, dass man statt zwei Dickmaischen nur eine kocht und dann den Lautermaisch folgen lässt oder auch, dass man den Lautermaisch ganz weglässt und nur zwei Dickmaischen kocht.

Solche Abkürzungen sind jedoch immer nur bei ganz vorzüglichem Malz zu empfehlen, weil hier stets eine höhere Einmaischtemperatur genommen wird. Je höher jedoch dieselbe liegt, desto mehr wird aber die Farbe und der Geschmack des Bieres eine Veränderung erfahren. Kalte Einmaischung und langsame Steigerung der Temperatur wirkt sehr günstig auf die Hefenbildung, desshalb empfehlen sich nur solche Abkürzungen, bei welchen die Einmaischtemperatur 40° R. nicht überschritten wird. Ein solches Brauverfahren ist die an der Münchener Brauerschule eingeführte Methode; wir nennen dasselbe gemischtes Brauverfahren:

In der Pfanne erwärmt man für jeden Hektoliter Malz 2 Hektoliter Wasser auf 48—50° R., sodann lässt man für jeden Hektoliter Malz 140—150 Liter in den Bottich ablaufen und teigt in dasselbe unter anhaltendem Maischen das Malzschrot ein. Nachdem die Temperatur im Maischgefäss vollständig ausgeglichen, wozu wir in der Regel 25 Minuten verwenden, ist solche auf 42° R. gefallen und bleibt bei diesen Graden die Gesammtmaische $^3/_4$ Stunden der Ruhe überlassen. Während dieser Ruhezeit wird der Rest des Wassers in der Pfanne zum Kochen gebracht und es beginnt nun das eigentliche Maischen. Mit diesem kochenden Wasser steigert man die Temperatur des Maischgutes auf 52° R. und wird der Zulauf des Wassers so regulirt, dass die Arbeit des Maischens und der Temperaturausgleich in 20 Minuten vollendet ist. Nun bleibt die Einmaischung abermals $^3/_4$ Stunden zum Zweck der Verzuckerung auf der Ruhe stehen, sodann wird wieder aufgemaischt und unter lebhaftem Maischen die Hälfte der ganzen Maische in die Maischpfanne gepumpt, wo man solche innerhalb einer Stunde ganz allmälig zum Kochen steigert. Die Kochdauer kann je nach Qualität des Bieres $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden ausgedehnt werden. Hierauf wird abgemaischt, wodurch unter fleissigem Maischen die übliche Abmaischtemperatur (60° R.) erzielt wird.

Einfluss der einzelnen Brauverfahren auf Extraktausbeute und Zusammensetzung der Würze.

Nach dem bereits Mitgetheilten ist die Zusammensetzung des Würzeextraktes von der Art des Malzes abhängig, braunes Malz liefert im Allgemeinen dextrinreichere und zuckerärmere Würzen, wie blasses Malz.

Unterschiede von wesentlicher Bedeutung treffen meist nur das Verhältniss zwischen Dextrin und Zucker, von besonderer Wichtigkeit sind die einzelnen Dextrinarten (Seite 162). Weniger aufgeklärt sind die Umwandlungsprodukte der Eiweisskörper; was darüber bekannt ist, wurde bereits auf (Seite 131) mitgetheilt. Was zunächst die Extraktausbeute betrifft, so ist ein wesentlicher Unterschied nur dann zu constatiren, wenn zu braun gedarrtes Malz verwendet wird. Letzteres liefert unter Anwendung der Infusionsmethode (Abwärtsmaischung) bedeutend weniger Extrakt, wie bei der Aufwärtsmaischung oder bei der gewöhnlichen Dickmaischmethode. Dagegen finden keine wesentlichen Unterschiede statt, wenn blasses Malz verbraut wird.

Unter den zahlreichen Versuchen, die wir unternommen haben, finden nur kleine Schwankungen statt; die Differenz beträgt meist nur 1—2°/₀ zwischen der Dickmaischmethode und der extremen Infusion der Abwärtsmaischung.

Einen grösseren Einfluss übt das angewendete Brauverfahren auf die Farbe der Würze und den Vergährungsgrad aus.

Um den Einfluss des Brauverfahrens auf den Charakter des Bieres kennen zu lernen, wurde das Malz unter Anwendung verschiedener Braumethoden verbraut und folgende Resultate erhalten:

I. Beurtheilung des Malzes.

Das Malz, welches zur Verwendung kam, lieferte im Laboratorium in sehr fein geschrotenem Zustande 72 pCt. Extrakt. Einmaischquantum 5 Hektoliter. Gewicht 260 Kilogramm, da die Farbentiefe nur 2 cc. $^1/_{10}$ Jodlösung gleich kam, so wurden 2 Liter Farbmalz zugesetzt.*)

I. Versuch.

(Bayerische Dickmaischmethode.)

Es wurden 625 Liter Wasser mit 5° R. in den Maischbottich eingelassen. Zeit der Einmaischung 6 Uhr 20 Minuten morgens. Die Temperatur der Einmaischung stieg durch das Einbringen des Malzschrotes auf 7° R. und betrug das ganze Maischgut 850 Liter. Es vermehrte das aus 5 Hektoliter Malz gewonnene Malzschrot im Bottich den Raum um 225 Liter. Es treffen auf einen Hektoliter Malzschrot 45 Liter Raum. Die Einmaischung beanspruchte 10 Minuten Zeit; nun wurde das im Kessel befindliche, bereits gekochte Wasser unter fleissigem Maischen zum Maischgut im Bottich gelassen, bis die Temperatur 31° R. erreicht hatte. Es waren dazu 15 Minuten Zeit und 400 Liter Wasser erforderlich. Nun wurde der Rest des Wassers vom Kessel in einen sogenannten Ruhwasserbottich abgelassen und 425 Liter Dickmaische in den Kessel geschöpft, die Maische innerhalb 25 Minuten ins Kochen gebracht und ein

*) Ueber Farbenbestimmung siehe Seite 129.

Viertelstunde darin erhalten. Nun wurde innerhalb eines Zeitraumes von 10 Minuten die gekochte Dickmaische unter fleissigem Maischen zum Maischgut im Bottich gelassen bis die Temperatur 41° R. erreichte. Es blieb ein kleiner Rest der 1. Dickmaische im Kessel zurück, auf welchem die 2. Dickmaische zurück gepumpt wurde, bis derselbe auf 425 Liter gefüllt war. Die 2. Dickmaische erreichte im Kessel eine Temperatur von 44° R.; bei dieser Temperatur wurde die 2. Maische 20 Minuten erhalten zum Zwecke der Regelung des Vergährungsgrades und des Bier-Charakters.

Nach unseren vielseitigen Untersuchungen und Beobachtungen bildet sich bei 40 bis 44° R. eine Dextrinart, welche die chemische Eigenschaft besitzt, dass es dickflüssig ist, nur langsam vergährt und so den vollen Geschmack des Bieres bedingt.

Nach Ablauf der angegebenen Zeit wurde die 2. Dickmaische innerhalb 40 Minuten zum Kochen gebracht und eine Viertelstunde darin erhalten und dann unter fleissigem Maischen im Bottich zurückgelassen, wobei innerhalb 10 Minuten dies Maischgut auf 49° R. gesteigert wurde. Nun wurden 500 Liter Läutermaische in den Kessel geschöpft und innerhalb 30 Minuten zum Kochen gebracht, eine Viertelstunde darin erhalten. Die Läutermaische wurde nun unter der Manipulation des Abmaischens in den Bottich zurückgelassen. Die Temperatur der Abmaischung erreichte 58° R. Zeitdauer des Abmaischens 15 Minuten. Das Abmaischquantum betrug 1225 Liter. Die Saccharometer-Anzeige war 15 pCt.

Die Berechnung der Extraktausbeute geschah nach der auf (Seite 154) angeführten Methode und gestaltet sich in folgender Weise:

Von 1225 Liter Abmaisch-Quantum sind 1,5 pCt. für Verdichtung abzurechnen und 30 pCt. für je 100 Kilogramm Malz Treberrückstände.

$$\begin{array}{r} 1{,}5 \times 1225 = \text{rund } 18 \text{ Liter} \\ 30 \times 260 = \text{rund } 78 \text{ Liter} \\ \hline \text{Summa } 96 \text{ Liter} \end{array}$$

so dass 1225 — 96 = 1129 Liter Würze mit 15 pCt. in der Abmaischung enthalten sind.

$$\begin{array}{c} S \times Sp. \times Wq. \\ \dfrac{15 \times 1{,}0614 \times 1129}{260:} = 69{,}33 \text{ pCt.} \end{array}$$

Nachdem die Abmaischung eine halbe Stunde behufs Absetzen der Treber und Klärung der Würze gestanden hatte, wurde in üblicher Weise abgeläutert und der I. und II. Nachguss zur Lagerbierwürze in den Kessel gebracht. 6 ℔ Hopfen, halb böhmische, halb bayerische Sorte wurden sogleich mit Beginn des Abläuterns in den Kessel gegeben und nachdem die Feuer-Züge gedeckt waren, Feuer gemacht und die Würze 2 Stunden lang gekocht. In der Zwischenzeit wurde die Treber durch weitere Nachgüsse so viel wie möglich auszuwaschen gesucht und diese Nachgüsse zur Bereitung von Nachbier verwendet.

Das im Kessel befindliche Würzequantum betrug nach dem Kochen 1100 Liter. Während des Schöpfens der Würze aufs Kühlschiff wurde der Hopfen im Kessel zurückgehalten und mit demselben die Nachbierwürze eine Viertelstunde gekocht.

In den Gährbottich wurden 947 Liter Lagerbierwürze mit 14,1 pCt. eingelassen und 400 Liter Nachbierwürze mit 6,4 pCt. erhalten. Die Gesammt-Extract-Ausbeute war somit

$$\frac{\overset{\text{S.}}{14{,}1} \times \overset{\text{Sp.}}{1{,}0577} \times \overset{\text{Wq.}}{947}}{260:} = 54{,}32 \text{ pCt.}$$

$$\frac{\overset{\text{S.}}{6{,}4} \times \overset{\text{Sp. M.}}{1{,}0257} \times \overset{\text{Wq.}}{400}}{260:} = 10{,}10 \text{ pCt.}$$

Gesammt-Extrakt	64,42 pCt.
Verlust-Differenz	69,33 pCt.
gegenüber der Abmaischung	64,42 pCt.
	4,91 pCt.
Verlust gegenüber dem Laboratoriumsbefund	72,00 pCt.
Im Bottich	64,42 pCt.
Verlustdifferenz	7,58 pCt.

Zweiter Versuch.

(Gemischtes Brauverfahren.)

Es wurden 10 Hl. Wasser im Kessel auf 55° R. erwärmt und davon 6,50 Hl. in den Maischbottich abgelassen. Nachdem eine Zeit lang gemaischt wurde, zeigten die 6,50 Hl. 50° R. In dieses Maischwasser wurden 5 Hl. Malzschrot eingemaischt und zwar Morgens 8 Uhr. Die Dauer der Maischzeit betrug 25 Minuten, die Temperatur der Maische war 42° R. Das Gesammt-Maischquantum war 8,75 Hl. Diese Einmaischung wurde $^1/_2$ Stunde der Ruhe überlassen. Nach Ablauf dieser Zeit wurde eine Probe aus dem Bottich genommen und zeigte dieselbe am Saccharometer 11 pCt. In der Zwischenzeit wurde der im Kessel befindliche Wasserrest zum Siedepunkt erhitzt, sodann das Feuer gedeckt und während fleissigen Maischens ca. 2,7 Hl. Wasser zum Maischgut zugelassen, wodurch die Temperatur des Letzteren 50° R. erreichte. Es waren hiezu 25 Minuten Zeit erforderlich (9 Uhr 30 Min.). Das Maischquantum wurde nun 45 Min. der Ruhe überlassen und nach Ablauf dieser Zeit war die Temperatur auf 48° R. gesunken. Eine entnommene Probe zeigte am Saccharometer 11,4 pCt. Nun wurden unter fleissigem Maischen weitere 2,3 Hl. heisses Wasser zugelassen (10 Uhr 20 Min.), wodurch die Temperatur innerhalb 15 Minuten auf 52° R. gesteigert wurde. Die Gesammtmaische betrug 13 Hl. und wurde die Hälfte davon in den Maischkessel gepumpt, langsam ins Kochen gebracht, $^1/_2$ Stunde lang gekocht, so dass um 11 Uhr 45 Minuten zum Abmaischen geschritten werden konnte. Die Abmaischung war um 12 Uhr erreicht, die Temperatur des Maischgutes betrug 58° R.

Das nach Vollendung des Maischprozesses gewonnene Maischquantum erreichte 1400 Liter, davon ab $1^1/_2$ pCt. für Abkühlung auf 14° R.
21 „
bleiben 1379 Liter, davon ab für je 100 K. Malz 30 K. Trebertrockensubstanz
30 × 260 K. = 78 „
verbl. som. rund 1300 Liter; da die Würze am Saccharometer 13,4 pCt. zeigte, so erhielt man $\frac{13{,}0 \times 1{,}053 \times 1300}{260:}$ = 68,445 pCt. Extrakt in Lösung per 100 ℔ Malz.

Nach $^1/_2$stündiger Ruhe wurde in gewöhnlicher Weise abgeläutert und die ersten 2 Nachgüsse zur Hauptwürze in den Kessel gebracht und 6 ℔ Hopfen, halb böhmisch halb bayerische Sorte hinein gegeben.

Während die Hauptwürze zwei Stunden lang kochte, wurden die Treber durch weitere Nachgüsse so viel wie möglich zu erschöpfen gesucht und zeigten die zuletzt abgelaufenen Nachgüsse nur mehr 1,6 pCt,; diese letzten Nachgüsse wurden ebenfalls wie bei Sud I zu Nachbier verwendet und nachdem die Hauptwürze unter Zurückbehalten des Hopfens aufs Kühlschiff geschöpft war, die Nachbierwürze mit dem schon ausgekochten Hopfen $^1/_4$ Stunde lang gekocht.

Nach der Abkühlung wurden 940 Liter Würze mit 14 pCt. und 410 Liter Nachbierwürze mit 6 pCt. erhalten. Die Gesammt-Extrakt-Ausbeute war somit

$$\frac{14 \times 1{,}0572 \times 940}{260} = 53{,}51 \text{ pCt.}$$

$$\frac{6 \times 1{,}024 \times 410}{260} = 9{,}68 \text{ pCt.}$$

Gesammt-Extrakt . . . . 63,19 pCt.

Verlustdifferenz gegenüber der Extraktmenge in der Abmaischung 68,44 pCt.

Im Bottich 63,19 pCt.

Differenz 5,25 pCt.

Verluste gegenüber den im Laboratorium gefundenen Extrakt . 71,96 pCt.

Im Bottich 63,19 pCt.

Verlustdifferenz 8,77 pCt.

Dritter Versuch.

(Infusionsmethode.)

Es wurden 8,8 Hl. Wasser mit 63° R. um 8 Uhr Morgens in den Maischbottich eingelassen und innerhalb eines Zeitraumes von 30 Minuten das Malzschrot unter kräftigem Maischen in den Maischbottich eingelassen. Die Temperatur der Maische war 49° R., der Gesammtinhalt war 10,25 Hl. Nun verblieb die Maische 1 Stunde auf der Ruhe. Um 9 Uhr 40 Minuten wurde eine Probe herausgenommen, welche am Saccharometer 15 pCt. zeigte. Hierauf wurden 2,3 Hl. heisses Wasser unter fleissigem Maischen zugelassen und um 10 Uhr eine Temperatur der Maische von 52° R. erreicht; das Gesammtmaischquantum betrug 12,55 Hl. Eine um 11 Uhr herausgenommene Probe zeigte am Saccharometer 14,5 pCt. Es wurden nun weitere 2 Hl. heisses Wasser zugeführt, wodurch eine Temperatur von 56° R. erreicht wurde und betrug das Abmaischquantum 14 Hl. Die Gesammt-Abmaischung blieb nun $^3/_4$ Stunden der Verzuckerung überlassen. Die Abmaischung lag schwarz im Spiegel. Die abgeläuterte Hauptwürze zeigte 12,9 pCt. Das nach vollendetem Maischprozess gewonnene Maischquantum erreichte 1400 Liter ab 1,5 pCt. für Abkühlung auf 14° R.

verbleiben 1400
— 21
1378 davon ab
78 Liter für Trebernrückstand
verbleiben 1301 Liter Würze mit 12,9 pCt.

$$\frac{12{,}9 \times 10526 \times 1301}{26} = 68 \text{ pCt.}$$

Nachdem die Hauptwürze abgeläutert war, wurden, wie bei den voherigen Suden, 2 Nachgüsse gemacht und zur Hauptwürze gebracht, während die folgenden Nachgüsse znm Nachbier verwendet wurden. Nach zweistündiger Kochzeit hat sich die Würze sehr schön gebrochen. Beim Schöpfen der Würze aufs Kühlschiff wurde der Hopfen im Kessel zurückgehalten und die Nachbierwürze ¼ Stunde damit gekocht.

Nach dem Kühlen wurden 950 Liter Würze mit 13,8 pCt. =

$$\frac{13{,}8 \times 1{,}0564 \times 950}{260} = 53{,}26 \text{ pCt.}$$

und 415 Liter Nachbierwürze mit 5,8 pCt.

$$\frac{5{,}8 \times 1{,}0232 \times 415}{260} = 9{,}55 \text{ pCt.}$$

Der gesammte Extraktgehalt ist somit 62,81 pCt.
Verlust gegenüber dem im Laboratorium
gefundenen Extrakt 71,96 pCt.—
8,15 pCt.

Gährung.

Den Verlauf der Gährung weisen nachstehende Notizen auf. Berücksichtigt wurde die Farbentiefe und der Zuckergehalt der Würze; letzterer ist auf Glycose berechnet und zur Feststellung die Fehlingische Lösung angewendet. Zur Bestimmung der Farbe diente die Methode Reischauer.

Erster Versuch.

Zeit des Einlassen in den Bottich	Nro. des Gebräus	Menge der Würze	Tempar. der Würze	Quantität und Qualität des Zeuges	Saccharometer-Anzeige	Zucker-Gehalt	Farbtiefe nach Proct	Stand der Kräusen
1. Tag	1	947 Lt.	5½° R	Gegeben	14,1	6,37	3,1	Wurde durch Schwimmer auf 4¼° R. zurückgekühlt.
2. „			4¼ „	wurden	14,7			Macht schwach weiss.
3. „			4½ „	66 Liter	13,25			Kräusenbildung mangelhaft
4. „			5 „	1mal gewäs-	12,25			Niedere weisse Kräusen.
5. „			5½ „	serter Zeug	11,35	5,00	3,0	Stadium d. hoh Kräu-
6. „			5¾ „	und erhalten	10,30	4,21	3,0	sen, etwas zu nieder.
7. „			5¾ „	wurden	8,8	3,37	2,8	Kräusen zurückgefal-
8. „			5½ „	30 Pfund	8,3	3,07	2,7	len, schmutzigbraun
9. „			5 „	Vor- und	8	2,80	2,7	Schwache Decke.
10. „			4 „	Nach-Zeug	7,4	2,59	2,7	
11. „			3½ „		7,3	2,55	2,7	Weisse leichte Decke.
12. „			3¾ „		7,1	2,54	2,7	Decke kleinblasig.
13. „			4½ „		6,9	2,52	2,7	

Die Würze aus Sud 1 ist innerhalb 10 Tagen von 14,1 pCt. scheinbar auf 6,9 pCt. vergohren. Der scheinbare Vergährungsgrad der Würze wird nach folgender Rechnungsweise gefunden:

$$\frac{14{,}1 - 6{,}9 = 7{,}2 \times 100}{14{,}1} = 51{,}06 \text{ pCt.}$$ ist der scheinbare Vergährungsgrad.

Der Zuckergehalt der Würze ist von 6,37 pCt. auf 2,52 pCt. zurückgegangen. Dem Prozentsatz nach sind somit 6,37 — 2,52 = 3,85 pCt. Zucker = 58,09 pCt. vergohren.

Nach 10tägiger Lagerzeit wurde eine Probe vom Fasse genommen, das Bier zeigte sich vollkommen klar, köppelte stark und zeigte am Saccharometer 6,6 pCt.

Nach weiteren 14 Tagen Lagerzeit wurde wieder eine Probe herausgenommen und zeigte am Saccharometer 5,7 pCt.; Geschmack ziemlich jung, Glanz schön. Nach einer Lagerzeit von $2^1/_2$ Monaten wurde das Bier gespündet und kam 10 Tage später zum Ausfüllen, es zeigte am Saccharometer noch 4,6 pCt., der Zuckergehalt betrug 1,08 pCt. die Farbentiefe ensprach 2,5 ccm. Normaljodlösung. Das Bier war ziemlich klar.

Zweiter Versuch.

Zeit der Einlassen in den Bottich	Nro. des Gebräus	Menge der Würze	Temp. der Würze	Quantität und Qualität des Zeuges	Saccharometer-Anzeige	Zucker-Gehalt	Farbtiefe nach Proct.	Stand der Kräusen
1. Tag	2	940 Lt.	$4^3/_4{}^0$ R	Gegeben	14,0%	6,01%	2,8	
2. „			$4^1/_4$ „	wurden	13,9 „			
3. „			4 „	16 Liter	13,3 „			schwach weiss.
4. „			$4^3/_4$ „	nicht gewässerter Zeug,	12,3 „	5,40 „	2,8	weisse nied.Kräusen.
5. „			$5^1/_4$ „	frisch vom	11,3 „	4,89 „	2,8	hohe Kräusen, schön. wie Nr. 1.
6. „			6 „	Bottich weg	9,7 „	4,00 „	2,7	schöne hoheKräusen.
7. „			6 „	und erhalten	8,6 „	3,45 „	2,6	Kräus. i Zurückgeh.
8. „			$5^3/_4$ „	wurden	8,0 „	3,04 „	2,5	„ stark „ „ schön glchm. Decke.
9. „			5 „	30 Pf. Zeug	7,4 „	2,72 „	2,5	Decke etwas leicht.
10. „			$4^3/_4$ „	und 13,7 Pfd.	7,2 „	2,60 „	2,5	Decke etwas weiss.
11. „			4 „	Vor- und	7,1 „	2,54 „	2,5	
12. „			4 „	Nach-Zeug	7,0 „	2,52 „	2,5	

Die Würze aus Sud Nr. 2 ist von 14 pCt. auf 7 pCt. vergohren innerhalb 11 Tagen; der scheinbare Vergährungsgrad beträgt also

$$\frac{14 - 7 = 7 \times 100}{14} = 50 \text{ pCt.}$$

Der Zuckergehalt der Würze ist von 6,1 pCt. auf 2,52 pCt. zurückgegangen, es sind somit 6,01 — 2,52 = 3,51 pCt. Zucker verschwunden; in Prozenten ausgedrückt beträgt der verschwundene Zucker 601 : 3,49 = 100 : x = 56,41 pCt. Der scheinbare Extraktgehalt des Bieres ist 7,0 pCt.

Nach 10 Tagen wurde eine Probe vom Fass genommen; das Bier zeigte sich wie Sud Nr. 1 vollkommen klar, die Saccharometeranzeige ergab 6,5 pCt., 14 Tage später 5,6 pCt., Geschmack weniger jung wie Nr. 1, Glanz wie Nr. 1. Nachdem das Bier 10 Tage gespündet war, kam es nach einer $2^1/_2$monatlichen Lagerzeit zum Ausfüllen. Am Saccharometer zeigte es 4,2 pCt., der Zuckergehalt war 1,09 pCt., die Farbentiefe 2,3 ccm. Das Bier war im Glanz ungefähr wie das von Sud Nr. 1.

Dritter Versuch.

Zeit des Einlassen in den Bottich	No. des Gebräus	Menge der Würze	Tempar. der Würze	Quantität und Qualität des Zeuges	Saccharometer-Anzeige	Zucker-Gehalt	Farbtiefe nach Proct.	Stand der Kräusen
1. Tag	3	950 Lit.	$5\frac{3}{4}$° R	Gegeben	13,8%	6,07%	2,8	
2. „			$4\frac{1}{4}$ „	wurden 6 Liter	13,5 „			schwach weiss.
3. „			$4\frac{1}{2}$ „	und	13,15 „	5,90 „	2,8	nied. weisse Kräus.
4. „			5 „	beim Herausnehmen des	12,60 „	5,55 „	2,8	schöne hohe Kräus.
5. „			$5\frac{1}{2}$ „	Zeuges lag	11,1 „	4,92 „	2,8	
6. „			6 „	derselbe sehr leicht im	9,6 „	4,11 „	2,7	
7. „			6 „	Bottich, so	8,3 „	3,34 „	2,6	Kräus. i. Zurückgeh.
8. „			$5\frac{1}{2}$ „	dass weder Vor- noch	7,4 „	2,84 „	2,5	schön glchm. Deck.
9. „			$5\frac{3}{4}$ „	Nachzeug	6,9 „	2,47 „	2,5	schöne weissl. Deck.
10. „			$4\frac{3}{4}$ „	vorhanden war. Die	6,3 „	2,28 „	2,5	
11. „			$4\frac{1}{4}$ „	Gesammt-	5,9 „	2,17 „	2,5	
12. „			$4\frac{1}{4}$ „	menge erreichte	5,4 „	2,08 „	2,4	
13. „			$3\frac{3}{4}$ „	90 Pfund.	5,2 „	2,06 „	2,4	

Die Würze aus Sud Nr. 3 vergohr von 13,8 auf 5,2 pCt., mithin ist der scheinbare Vergährungsgrad $13{,}8 - 5{,}2 = 8{,}6 \times 100 : 13{,}8 = 62{,}30$ pCt. Der Zucker ist von 6,07 auf 2,16 pCt. vergohren, es sind somit 3,91 pCt. verschwunden, von 100 64,41 pCt. Der scheinbare Extraktgehalt des Bieres ist 5,2 pCt., der wirkliche Zuckergehalt 2,06 pCt.

Nach 8 Tagen wurde eine Probe aus dem Fass genommen, das Bier war noch nicht ganz klar, die Saccharometeranzeige betrug 4,8 pCt., nach weiteren 14 Tagen 4,4 pCt.; der Glanz war sehr schön, der Geschmack gut, weniger jung wie Nr. 2. Dieser Sud kam nach 2 monatlicher Lagerzeit in den Konsum, die Saccharometeranzeige betrug noch 3,8 pCt., der Zuckergehalt war auf 0,90 pCt. und die Farbentiefe auf $2{,}2\frac{1}{10}$ cbcm. Normal-Jodlösung zurückgegangen. Das Bier war etwas schillerig.

Resumé.

Stellt man die gewonnenen Resultate neben einander, so erhält man folgendes Bild. Die Extraktausbeute ist bei allen 3 Braumethoden nicht wesentlich verschieden; sie erreichte

bei der bayerischen Dickmaischmethode	64,43 pCt.
bei dem gemischten Brauverfahren	63,19 pCt.
bei der Infusionsmethode	62,81 pCt.

Dagegen beeinflusst die Infusionsmethode den Verlauf der Gährung, sowie die Beschaffenheit und den Geschmack des Bieres bedeutend. Der Vergährungsgrad der Dickmaischwürze ist nach der Hauptgährung 51,06 pCt. Der aus dem gemischten Brauverfahren 50 pCt., während die Infusionswürze auf 62,30 pCt. vergohr. Diese Versuche beweisen wiederholt, dass die bayerische Dickmaischmethode jedem anderen Brauverfahren vorzuziehen ist.

Rohfrucht-Brauerei.

Unter derselben versteht man zunächt die Mitverwendung von ungemälztem Getreide, sei es nun rohe Gerste, Weizen oder Hafer.

Die Rohfruchtbrauerei sowohl als auch die Surrogatbrauerei kann dem Brauer nicht besonders empfohlen werden.

Taussing sagt ganz zutreffend in seinem Lehrbuche der Brauerei II. Auflage 1882 Seite 477: „Der Brauer bleibt bei der Verwendung von Malz, das er sich recht gut erzeugen mag, er wird dann sicherer produziren, als bei Mitverwendung von Surrogaten.“ Sehen wir ab von der Mitverwendung des rohen Getreides*) und wenden wir uns gleich den eigentlichen Surrogaten zu, so haben wir zunächst zwischen Malz- und Hopfensurrogaten zu unterscheiden.

Vielseitig ist die Meinung verbreitet, es könne als Ersatz für Hopfen Bitterklee, Weidenrinde, Quassiaholz, Wermuth, Tannenzapfen, Tannin etc. verwendet werden.

Diese Meinung ist eine unrichtige; die Anwendung solcher Surrogate ist zu verwerfen, wir unterlassen es deshalb, näher darauf einzugehen und wenden uns zur Betrachtung der Malzsurrogate.

Als Malzsurrogate dienen Reis, Mais, Kartoffel, Kartoffelstärkemehl, Kartoffelstärkezucker, Zuckersyrup, Getreidesyrup und Süssholz.

Die Verwendung des Kartoffelstärkezuckers, Kolonial-Getreidesyrup und Süssholz ist eine höchst einfache; man setzt diese Surrogate während des Kochens der Würze zu. Reis, Mais, Kartoffel und Kartoffelstärkemehl erfordern eine besondere Behandlung. Der Zusatz dieser Surrogate kann jedoch nur innerhalb gewisser Grenzen stattfinden und ist nur ein günstiges Resultat zu erwarten, wenn ganz vorzügliches, blass gedarrtes Malz verwendet wird. Werden mehr als 20% von diesen Surrogaten zugesetzt, so entartet sehr gerne die Hefe wegen Mangel an stickstoffhaltigen Nährstoffen.

Ein weiterer Grund, ob der Zusatz von Surrogaten zulässig ist, liegt in der Geschmacksrichtung der Biertrinker. Je vollmundiger diese das Bier lieben, um so mehr muss man mit dem Zusatz von Surrogaten zurückbleiben. Die stärkmehlhaltigen Substanzen werden am besten in feingemahlenem Zustande vor der Verwendung durch Kochen aufgeschlossen und als verdünnte Kleistermasse der Einmaischung zugesetzt.

Zusammensetzung und Werth der Surrogate.

I. Stärkmehlhaltige.

Der Reis.

Der Reis (Oryza sativa) stammt aus Ostindien, Japan und China. Der Reis kommt geschält in den Handel und dient zur Bierfabrikation der sogenannte „Bruchreis“. Er wird als feiner Gries in die Brauereien gebracht.

Der Reis ist sehr reich an Stärkmehl. Die Extraktausbeute des Reises wird von Balling mit 74% angegeben. Dieser Prozentsatz wird jedoch nach unseren Erfahrungen nicht erreicht, durchschnittlich gehen nur 70—72% des Extraktes in die Würze über, so dass 100 ℔ Reis etwa 108—110 ℔ gutes Gerstenmalz ersetzen. Zu einem besonderen bevorzugenden Surrogat wird der Reis durch das liebliche Aroma, welches derselbe dem Bier verleiht.

*) Ueber Verwendung des Waizen siehe Waizenbier.

Man hat unenthülsten Reis gemälzt und denselben dann als Reismalz in den Handel gebracht; da durch das Mälzen keine besonderen Vortheile erreicht werden, so ist die Arbeit des Mälzens überflüssig.

Hannamann fand in 100 Gewichtstheilen wasserfreien Reis:

Stärkmehl	85,19
Dextrin	2,36
Albumin	0,24
Proteïnstoffe	6,75
Fett	0,82
Hülsenstoffe	2,55
Mineralstoffe	1,82
	100,00

Der Wassergehalt des Reises wechselt von 7—14 %. Der Reiszusatz geschieht in folgender Weise:

Der gemahlene Reis wird in einem besonderen Gefäss (Bottich, Kübel oder auch in dem Grand) in kochendes Wasser eingerührt, so dass sich ein dünner Kleister bildet. Wenn ein entsprechender Kessel vorhanden ist, so kann man das Reismehl auch mit Wasser aufkochen. Diese Kleistermasse gibt man nun, ohne sie erkalten zu lassen, der ersten Dickmaische im Kessel bei, sobald dieselbe auf 40° R. erwärmt ist und steigert dann langsam auf 47—48° R. Hier angekommen, deckt man das Feuer und lässt der Maische ½ Stunde Zeit zur Verzuckerung. Ist die zweite Maische in den Kessel zurückgebracht, so überlässt man dieselbe bei 50° R. gleichfalls ½ Stunde der Verzuckerung und fährt dann fort wie gewöhnlich. Beim Infusionsverfahren gibt man die Kleistermasse einfach der Maische mit 40° R. bei. Das Quantum präp. Reis, welches man verwenden soll, variirt, je nachdem man den Charakter des Bieres wünscht, zwischen 8 und 20 Proc. der Malzschüttung. Durch dieses Verfahren wird jedes Anbrennen des Kessels selbst ohne Rührwerk unmöglich, die vollkommene richtige Ausbeute des Reises ist ohne weitere Mühe eine sichere und gehen die Gährungen bei gesunder normaler Hefenbildung in der Regel sehr schön.

Bei der gewöhnlichen bayerischen Dickmaischmethode kann man den Reiskleister auch auf 2 mal je eine Hälfte in I und II Dickmaisch zusetzen.*)

Der Mais.

Welschkorn, Kukurutz, türkisch Korn, türkischer Weizen (Zea Mays).

Wird in grossen Massen in Brasilien und Amerika gebaut. Auch in Oesterreich

*) Die Firma Conrad Haas & Söhne in Mannheim liefern für Brauereien ein präparirtes Reismehl, welches gegenüber dem gewöhnlichen Bruchreis folgende Vorzüge besitzt.

Dieses Präparat ist aus reinen, unverletzten Reiskörnern hergestellt, während der Bruchreis, welcher häufig als Brauwaare in den Handel gebracht wird, öfters Schaden gelitten und sich oft so nachtheilig verändert hat, dass derselbe zur Bierfabrikation nicht ohne Gefahr für die Haltbarkeit des Bieres verwendet werden kann; ferner sind dem Präparat die dem Reis fehlenden Aschenbestandtheile, welche die Gerste besitzt, zugesetzt, wodurch die Gährung normal verläuft und die Hefe sich gut ausbildet. Der Preis dieses präparirten Reismehles beträgt per 100 kgr. in neuen Malzsäcken versandt ab Mannheim 28½ M.

100 Pfund präparirtes Reismehl liefern im Laboratorium 76% Extrakt, wenn dasselbe vor dem Zusetzen gekocht wird, dagegen ohne vorheriges Kochen zugesetzt nur 66%, in Wirklichkeit erhält man 70—72% Extrakt in der Praxis.

und Deutschland hat der Maisbau Eingang gefunden. Das Maiskorn ist sehr dickhülsig, die Stärkemehlkörper sehr klein. Aus diesen Gründen muss der Mais sehr fein geschroten werden, wobei er sich nicht erhitzen darf. Der grosse Fettgehalt beeinflusst die Haltbarkeit des Maismehles; deshalb muss der Mais erst gut getrocknet und das Maismehl in recht trockenem Zustande aufbewahrt werden. Man hat versucht, den Mais zu mälzen; die Resultate sind jedoch nicht günstig ausgefallen, aus welchem Grund der Mais gleich dem Reis in rohem Zustande als feines Mehl zur Verwendung gelangt.

Fresenis*) fand in 100 Gewichtstheilen Mais:

Stärkemehl	65.9
Gummi	2.3
Proteïnstoffe	10.—
Fett	5.1
Cellulose	1.6
Asche	1.6
Waser	13.5

Diese Zahlen dürften dem Durchschnittsgehalte entsprechen.

Hannamann hat grossen weissen Tiroler Mais untersucht und vergleicht das Resultat mit der Mulder'schen Gerstenanalyse, wie folgt:

	Mais	Gerste
Stärkmehl	72.55	65.72
Dextrin	3.04	5.53
Albumin	0.38	0.30
Nicht coagulirbare im Wasser lösliche Proteïnstoffe	1.33	1.92
Fibrin	2.46	0.28
Unlösliche Proteïnkörper	7.67	9.27
Fett	4.52	2.50
Hülsenstoffe	5.27	9.42
Extraktivstoffe	0.84	1.96
Mineralstoffe	1.94	3.10
	100.00	100.00

Da die Aufschliessung und Auflösung des Maismehles langsamer erfolgt als die des Reismehles, so wird folgendes Verfahren angewendet:

Der feingemahlene Mais wird in einem Separatkessel mit dem dreifachen Gewicht Wasser eingemaischt und der Einmaischung ein kleiner Antheil Malzschrot zugesetzt. Unter fleissigem Maischen wird die Temperatur allmälig auf 50° R. gestellt, 1/2 Stunde dabei erhalten, dann auf 60° R. gesteigert 1/2 Stunde auf der Ruhe gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit wird diese Einmaischung 1/2 Stunde lang gekocht und heiss der Malzeinmaischung beigegeben. Die erste Hälfte wird der ersten Dickmaische und der Rest der zweiten Dickmaische zugesetzt und in gleicher Weise behandelt wie bei Zusatz des Reiskleisters.

Nach Lintner vergähren die Malzmaiswürzen im Allgemeinen langsamer als reine Malzwürzen, wenigstens brauchen sie mehr Zeit bis sie vollkommen klar sind, werden aber schliesslich feuerklar. Die Wassermaischbiere klären sich sonst besser und schneller

*) Lintners Lehrbuch der Bierbrauerei, S. 356.

als die Dickmaischbiere, bei den Maisbieren, jedoch tritt der entgegengesetzte Fall ein, was sich vielleicht auf die Art und Weise der verschiedenen Ausscheidung des Fettes und Bindung desselben zurückführen lässt.

Nach Thausing*) hat Malz-Maisbier eine schöne goldgelbe Farbe, und wird nicht zu viel Malz beigesetzt, so ist der Geschmack ein recht guter und vollmundiger.

Die Hefe bleibt bei Anwendung von Mais besser erhalten, als bei Anwendung von Reis.

Kartoffel.

Die Kartoffel (Solanum tuberosum) gehört zu dem Geschlechte der Nachtschatten und zeichnet sich durch ihre unter der Erde befindlichen Ausläufer aus, an welchen sich jährliche Knollen entwickeln.

Die Kartoffeln sind schon seit 1565 durch den Sklavenhändler Johann Hawkins bekannt. Admiral Walter Raleigh brachte sie im Jahre 1584 aus Virginien nach Irland und pflanzte sie in seinem Landgute an. Admiral Franz Drake brachte sie von Amerika nach England und veranlasste die weitere Verbreitung derselben in Europa. Im Jahre 1616 war sie jedoch noch eine seltene, als Kuriosum betrachtete Delikatesse; als solche erschien sie auf der Tafel der Königin von Frankreich und erst im Jahre 1717 wurde sie aus Brabant durch General von Mittkau nach Sachsen eingeführt. Die Kartoffelknollen wurden aber nur für gutes Viehfutter gehalten und als solches verwendet; man hatte, da sie zu der giftigen Familie der Nachtschatten gehören, und dieselbe Blüthenform tragen, Bedenken, sie zu essen, bis endlich die Hungersnoth und Theuerung, welche der siebenjährige Krieg mit sich brachte, das Vorurtheil gegen die freilich damals noch weniger veredelte Kartoffel überwand und dieselbe nunmehr zu unserem unentbehrlichsten, verbreitetsten und durch nichts zu ersetzenden Nahrungsmittel geworden ist, obgleich es noch im Anfange dieses Jahrhunderts Gelehrte gab, die gegen den Genuss der Kartoffel eiferten und darin die Ursache der Erkrankung und Verdummung erkennen wollten. Gegenwärtig ist sie überall, wo das Klima es gestattet, verbreitet; im tropischen Amerika baut man sie namentlich zwischen 400—500 m. über der Meereshöhe und sie wächst bis gegen 250 m. Höhe am Abhange der Schweizer Alpen, so dass sie also die Kulturgrenze der Gerste überschreitet, ja man hat sogar eine Spielart nach Island einführen und dort heimisch machen können.

Frische Kartoffelknollen enthalten nach den Untersuchungenvon Dietrich und König folgende Bestandtheile:

	Maximum	Minimum	Mittel
Wasser	81.68	68.29	74.61
Stickstoffhaltige Substanz	2.52	1.64	2.17
Fett	0.28	0.06	0.15
Stärkmehl und sonstige stickstofffreie Extraktstoffe	26.57	14.86	21.23
Holzfaser	1.40	0.52	0.72
Asche	1.56	0.83	1.12

Ausserdem enthalten die Kartoffeln noch Extrakt- und Farbstoffe, Pektinstoffe und Pflanzensäure nebst kleinen Mengen Zucker. Da die Extraktivstoffe einen widerlichen,

*) Thausing, Lehrbuch der Bierbrauerei, 2. Auflage, Seite 480.

scharfen Geschmack besitzen, so können die Kartoffeln in rohem Zustande nicht verwendet werden.

Prof. Siemens schreibt zur Bereitung von Malz-Kartoffel-Bier*) folgendes Verfahren vor:

Die Kartoffel werden im rohen Zustande zu einem Brei zerrieben und dieser zur Absonderung etwa vorkommender Schwarten oder ungeriebener Stücke durch ein Blechsieb geschlemmt. Der Brei kommt hierauf zur Entfernung des Fruchtsaftes, welcher dem Biere einen unangenehmen Geschmack ertheilen würde, in den Läuterbottich der Brauerei, dessen metallener Seihboden zuvor mit einem groben Tuche bedeckt wird. Zur vollständigen Entfernung des Saftes wird der Rückstand so oft mit Wasser begossen, bis dieses ungefärbt abläuft und sich nach Verlauf von einiger Zeit nicht mehr färbt; circa 24 Stunden sind zu diesem Extrahiren nothwendig. Statt des Läuterbottichs kann jedes andere Gefäss mit Seihboden benutzt werden. Bei dem Gebräu wird das Wasser im Maischkessel bis auf 50° C. erwärmt, dann Schrot von schwächer gedarrtem Malze und der Kartoffelbrei zugesetzt, fleissig gerührt und so langsam erwärmt, dass etwa eine Stunde vergeht, bis die Maische 60° C. erreicht hat. Am Abend vor dem Gebräu hat man die Hälfte des Malzes, welches stärker gedarrt war, im Maischbottich mit kaltem Wasser übergossen und des Morgens wird ein kalter Satz genommen. Zu der Maische im Kessel bringt man jene aus dem Maischbottich und erhält man das Gemenge 1 Stunde lang auf 60—70° C.; dann kocht man so lange, bis die Flüssigkeit zwischen den Maischtheilen hell erscheint. Hierauf bringt man das, was von dem kalten Satze ganz hell zu gewinnen ist, in den Kessel, das Trübe davon in den Maischbottich. Die Maische soll nach Zugabe des kalten Satzes eine Temperatur von 70° C. zeigen.

100 ℔ Kartoffel liefern nach dem Auslaugen ca. 20 ℔ Extrakt. Nach Siemens ersetzen 100 ℔ Kartoffel 25 ℔ Malz.

Kartoffelstärkmehl.

Die Kartoffelstärke wird zu verschiedenen Zwecken fabrikmässig hergestellt. Der Wassergehalt der getrockneten Stärke beträgt 16—18%.

Um den Wassergehalt der Stärke zu bestimmen, hat Bloch ein Instrument erfunden, welches er Kartoffelstärke-Messer genannt hat; es soll anzeigen, wie viel Raum ein Gewicht Kartoffelstärke in seinem Maximum des Wassergehaltes einnimmt und hiernach das Verhältniss des Wassers in der zu prüfenden Probe erkennen lassen.

Dieses Instrument besteht aus zwei Glasröhren von verschiedenem Durchmesser, die zusammengeschmolzen sind; die untere Röhre ist graduirt und am unteren Ende geschlossen, 15 cm. lang und 13 mm. im Durchmesser, die obere Röhre ist 18 cm. lang und 3 cm. weit und mit einem eingeschmirgelten Glasstöpsel versehen. Zur Prüfung nimmt man 5 gr. Kartoffelstärke, thut sie in die untere, graduirte Röhre und schüttelt sie, nachdem der Stöpsel geschlossen, mit gewöhnlichem Trinkwasser; wenn alle Stärke darin vertheilt ist, so überlässt man sie der Ruhe, bis sie sich nicht mehr bewegt, sobald man die Röhre seitwärts neigt.

Je früher eine Stärke sich zu Boden setzt, desto besser ist sie von Qualität; die beste erfordert 1 Stunde Zeit, die schlechteste 6 Stunden. Man nimmt diese Prüfung bei 15° C. vor. Ist der Bodensatz vollständig vorhanden, so liest man die Zahl der

---

*) Mittheilungen aus der landwirthschaftlichen technologischen Werkstätte der Akademie Hohenheim. Braunschweig 1869.

Theilstriche, welche die Stärke einnimmt; diese Zahl zeigt die Menge der Stärke in Hunderttheilen an, d. h. wenn z. B. die Zahl 75 wäre, so enthielt diese Stärke 75% reelle Stärke und 25% Wasser. Zur Gradeintheilung dieses Stärkemessers nahm man 10 gr. reiner und trockener Stärke, die mithin 8,457 Stärke und 1,543 Wasser enthält; wenn sie in der Röhre auf angegebene Weise mit gewöhnlichem Wasser behandelt und gequollen ist, so nimmt sie einen Raum in der Röhre von 14,847 kcm. ein; eine reine und normale Stärke müsste demnach einen Raum von 17,567 kcm. füllen. Dieses Volumen ist in 100 gleiche Theile getheilt; aber um den Versuch mit 5 gr. zu unternehmen, ist die Hälfte in 100 gleiche Theile getheilt, oder 8,783 kcm.

Ueber allenfallsige Zusätze von Gips, Kreide u. dgl. gibt eine Bestimmung der Bestandtheile der Asche Aufschluss.

Ausserdem werden solche Zusätze, wenn man Stärke in Wasser aufschwemmt, rasch zu Boden sinken und dient auch das Mikroskop zur Untersuchung fremder Beimischungen.

Die Verwendung der Kartoffelstärke ist gleich der des Reismehles.*)

II. Zuckerhaltige Surrogate.

Kartoffelstärkezucker, Traubenzucker, Glycose, Dextrose ist bereits im Band II S. 69 eingehender beschrieben.

Der Werth desselben ist von dem grossen oder geringeren Wassergehalt abhängig. Derselbe wechselt von 12,75—23,64%. 100 Pfd. Stärkezucker ersetzen demnach 120—130 Pfd. Malz.

Rohrzucker und Rohrzuckerabfälle (Colonialsyrup). Die Verwendung des Rohrzuckers (Saccharose) kann des hohen Preises halber nicht empfohlen werden; dagegen finden hie und da die Abfälle aus den Zuckerfabriken Verwendung, welche entweder unter dem Namen Colonialsyrup oder in concentrirtem Zustande unter dem Namen Farinzucker in den Handel gebracht werden. Ersterer besitzt gewöhnlich eine braune Farbe und enthält ausserdem noch Schleim und reichliche Mengen Salze.

In diesem Zustande kann der Syrup nicht verwendet werden und finden in neuester Zeit durch Thierkohle entfärbte Syrupe Anwendung. Da der Wassergehalt und der Aschengehalt dieses Syrupes ein sehr hoher ist und der wirkliche Zuckergehalt oft nur 60—65% beträgt, so übersteigt der Werth desselben den des Malzes nicht.

Welchen Einfluss die Verwendung der besprochenen Surrogate auf die Zusammensetzung der Würze ausüben, zeigen die Untersuchungen von J. Hannamann.

I. Decoctionswürzen:

	1. Reine Malzwürze	2. Mais-Malzwürze	3. Reis-Malzwürze	4. Stärke-Malzwürze
Zucker	4.96	4.08	4.84	4.87
Dextrin	6.05	6.83	6.35	6.60
Extrakt direkt bestimmt	12.29	12.27	12.30	12.32
Proteïnkörper	0.82	0.78	0.68	0.42
Andere Stoffe	0.46	0.58	0.43	0.43
Polarisation Soleil-Grade	+ 130	+ 138	+ 132	+ 136

*) Kartoffel- und Kartoffelstärkemehl-Malzwürzen verbreiten im Stadium der hohen Kräussen einen Geruch wie fuselhaltiger Kartoffelschnaps, der sich jedoch in der Nachgährung verliert und öfters einem feinen Aroma Platz macht.

II. Bier nach der Hauptgährung:

	1.	2.	3.	4.
Alkohol	2.71	2.76	2.90	3.19
Zucker	1.05	1.12	0.98	0.35
Dextrin	4.54	4.31	4.42	4.74
Extrakt	6.59	6.48	6.25	5.91
Proteïnkörper	0.43	0.39	0.33	0.28
Andere Stoffe	0.57	0.66	0.52	0.54
Polarisation Soleil-Grade	+ 72	+ 68	+ 66	+ 69

Die Analyse weist auf, dass das Stärkemalzbier am meisten vergohren war, während das Maisbier gegenüber dem reinen Malzbier im Vergährungsgrad nur wenig Unterschied zeigt.

Ein weiterer Unterschied wurde nach den Angaben Hannamann's noch insoferne bemerkt, als Malz- und Malzmaisbier, das schöne Hefe gab, einen vollmundigeren Geschmack besassen, wie das Reis- und Stärkebier, bei welchen die Hefe ausgeartet war, und welche weniger Extrakt und mehr Alkohol enthielten und in Folge dessen weniger vollmundig befunden wurden.

Vergleichende Versuche über Bier mit ausschliesslicher Verwendung von Malz, und Bier aus Malz und Stärkezucker, bereitet von Gschwändler.*) Es wurden zu 239,25 kg. lufttrockenes Malz 50 kg. Stärkezucker verwendet.

Der Stärkezucker zeigte folgende Zusammensetzung:

Stärkezucker	67,2
Dextrin	9,1
Wasser	20,0
Fremde Bestandtheile	3,7
	100,0

In 100 Gewichtstheilen Würzeextrakt:

	Malzwürze	Malzstärkezuckerwürze
Zucker	41,02	42,6
Dextrin	50,94	49,9
Proteïnoide . .	6,31	5,4
Aschenbestandtheile	2,15	2,1

Die Stärkezuckerwürze zeigte sich mithin etwas reicher an Zucker und ärmer an Dextrin, Proteïnstoffen und Asche.

Die Jungbiere nach der Gährung zeigten folgende Zusammensetzung:

	A. Malzwürze		B. mit Stärkezucker	
Extrakt direkt bestimmt . .	6.454		5.42	
Alkohol	2.87		3.28	
Zucker	1.43	6.69	1.41	5.76
Dextrin	4.54		3.76	
Stickstoffhaltige Substanz . .	0.51		0.40	
Aschengehalt des Jungbieres .	0.21		0.19	

*) Bayerischer Bierbrauer Jahrg. V Seite 103.

Die Würze war mit gleicher Menge Hefe angestellt worden, die getrocknet 44.438 % stickstoffhaltige Substanz und 7% Asche enthielt. Nach der Gährung betrug die gewonnene Hefe von Normalbier 52 Pfd. mit 20.609% Trockensubstanzgehalt und mit 44.340% Stickstoffsubstanz, vom Bier mit Stärkezucker 56 Pfd. mit 19,72% Trockensubstanzgehalt und mit 40% Stickstoffsubstanz. Der Aschengehalt war wie in der Stellhefe.

Das circa 4 Monate lang gelagerte Bier von entsprechender Güte zeigte:

	A. Malzwürze		B. mit Stärkezucker	
Extrakt direkt bestimmt	5.419		5.20	
Alkohol	3.30		5.20	
Zucker	1.01	5.83	1.07	5.30
Dextrin	4.11		3.69	
Stickstoffhaltige Substanz	0.48		0.37	
Aschengehalt des Extraktes	0.23		0.20	
Phosphorsäuregehalt der Asche betrug	35.1		34.1	
In 1 L. Bier waren enthalten	0.793 gr.		0.681 gr.	

Aus den mitgetheilten Zahlen ist ersichtlich, dass das Stärkezuckerbier stärker vergohren war und dass in Folge dessen bei B. mehr neue Hefe gebildet wurde. Diese Hefe zeigte sich aber bei B. stickstoffärmer und mag der Grund dafür, dass die Hefe bei Anwendung von Stärkezucker leicht entartet, in dem Mangel an aufnehmbaren Stickstoffverbindungen zu suchen sein. Das Stärkezuckerbier zeigte sich Alkoholreicher, ärmer an Extrakt und im Extrakte waren weniger Proteïnstoffe und weniger Phosphorsäure enthalten.

Dampf-Bierbrauerei.

Ueber Dampf-Kocheinrichtungen wurde bereits im I. Bd. S. 127 und auf Seite 152 dieses Bandes berichtet.

Obgleich die Methode, mit Dampf zu kochen, nicht mehr neu ist und bereits in England und Amerika vielfach eingeführt ist, findet man in Deutschland nur höchst selten solche Einrichtungen.

Den grössten Erfolg mit solchen Einrichtungen hat Jacobsen in Kopenhagen aufzuweisen.

Herr Jacobsen äusserte sich in der internationalen Brauer-Versammlung am 18. Juni 1873 in Wien, nachdem Herr Schwarz aus New-York gegen das Dampf-Kochsystem gesprochen hatte, in folgender Weise:

„Da die Zweckmässigkeit des Dampfkochens in der Bierbrauerei noch sehr bestritten wird, halte ich es für meine Pflicht, meine Erfahrungen, die für das Dampfkochen sprechen, hier kurz mitzutheilen.

In meiner Brauerei werden seit 7 Jahren sowohl die Maischen als die Würzen ausschliesslich durch indirekten Dampf gekocht und ich bin mit dem Resultate immer vollkommen zufrieden gewesen, sowohl rücksichtlich der Feinheit und Vollmundigkeit, als der Haltbarkeit des Bieres. Der beste Richter, das konsumirende Publikum, hat auch meinem dampfgekochten Bier den entschiedensten Vorzug gegeben vor den Bieren meiner Konkurrenten, die freies Feuer benützen.

In den letzten zwei Jahren habe ich Gelegenheit gehabt, umfassende Vergleichungen beider Methoden zu machen, indem ich eine neue Brauerei neben der meinigen für meinen Sohn gebaut habe, welche mit offenen Kesseln und mit freiem Feuer eingerichtet ist, weil diese Brauerei theilweise für die Produktion englischer Biere bestimmt ist.

In dieser neuen Brauerei sind unter meinen Augen eine Reihe von Suden für ganze Kellerabtheilungen gemacht, wozu Malz, Wasser und Hefe aus meiner Brauerei verwendet worden sind und diese Versuche haben das Resultat gegeben, dass kein anderer Unterschied zwischen den durch Dampf und den durch freies Feuer gekochten Bieren zu finden ist, als dass die dampfgekochten eine grössere Vollmundigkeit besitzen.

Was die Haltbarkeit des dampfgekochten Bieres betrifft, hat die Erfahrung dargethan, dass dieses Bier die genannte Eigenschaft in hohem Grade besitzt, ja dass es sogar — ohne pasteurisirt zu sein — nach Indien, China und Südamerika versandt, sich ganz vorzüglich konservirt hat, wovon die auf der hiesigen Weltausstellung präsentirten Proben von Bieren, die aus den genannten Ländern zurückgekehrt sind, den besten Beweis liefern. Andere Proben, die in einem warmen Zimmer, in meinem Bureau 3 Jahre aufbewahrt waren, hatten sich ebenfalls konservirt.

Nach diesen Erfahrungen darf ich das Dampfkochen unbedingt empfehlen, weil diese Methode ein vorzügliches Produkt liefert, und ausserdem in verschiedenen Beziehungen Vortheile bietet. Als solche kann ich hervorheben, dass kein Anbrennen der Maische im Kessel stattfinden kann, wodurch die Kessel eine fast unbegrenzte Dauerhaftigkeit erlangen; dass das Heizen beginnen kann, sobald die Würze in den Kessel läuft, wodurch die Würze augenblicklich dem Einflusse der Luft entzogen wird; dass der Kesselknecht ohne seinen Platz am Kessel zu verlassen und ohne Hilfe das Heizen und Kochen nach Belieben durch den Dampfhahn selbst reguliren kann; dass diese Methode nach meiner Erfahrung eine bedeutende Ersparniss an Brennmaterialien herbeiführt, weil dieses in der regelmässigen Feuerung unter den Dampfkesseln mit vollem Nutzen verwendet wird, und das lästige Rauchen vermeidet, was bei der Feuerung unter den Maischkesseln nicht zu erreichen ist.“ —

Die gleich guten Erfolge hat Herr Brauereibesitzer H. P. Ziegler zum Herrenkeller in Ulm zu verzeichnen.

Herr Ziegler wendet für Jungbier folgendes Verfahren an:

Es wird für einen Centner Malz 2 Hektoliter Wasser im Kessel auf 30^0 R. erwärmt und in dasselbe das Malzschrot eingemaischt. Die Temperatur sinkt dadurch auf 28^0 R. zurück; diese Temperatur wird unter langsamem Maischen 1 Stunde eingehalten, darnach wird Dampf eingelassen und die Temperatur der Einmaischung innerhalb $^1/_2$ Stunde auf 45^0 R. gebracht und dann allmälig auf 50^0 R. erhöht. Nach einer halben Stunde Ruhe wird die Hälfte in den Maischbottich zurückgepumpt und das im Kessel zurückgelassene Maischgut $^1/_2$ Stunde gekocht. Mit der gekochten Maische, welche zum Maischbottich befördert wird, erreicht man eine Abmaischtemperatur bis zu 60^0 R. Nach halbstündiger Ruhezeit wird dann in gewöhnlicher Weise das Abläutern, Aussüssen der Treber und Kochen der Würze mit Hopfen vollzogen. Die Würze läutert sich sehr schön und rasch ab und zeigt nach 2—3stündiger Kochzeit schönen Bruch. Die nach dieser Methode erzeugten Würzen liefern Bier mit tadellosem Glanz, sind reich an Kohlensäure und halten den Schaum sehr gut, doch dürfte der Geschmack des Bieres im Allgemeinen etwas voller sein.

Da die Einrichtung, wie leicht einzusehen ist, die Durchführung eines jeden Brauverfahrens zulässt, so wurden während unserer Anwesenheit 2 weitere Gebräu unter Anwendung der gewöhnlichen Dickmaischmethode gemacht, wobei sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Dickmaische bei Erreichung der Temperatur von 48° R. die Dampfeinströmung 20 Minuten unterbrochen und die Dickmaische der Verzuckerung überlassen wurde. Die Resultate fielen zur grössten Zufriedenheit aus.

Zusammmensetzung des Würzeextraktes der mit Dampf erzeugten Würzen.

Untersuchungen von Würze, welche mittelst der Dampf-Kocheinrichtung des Herrn E. Mayer & Cie. in Ulm in der Brauerei des Herrn H. F. Ziegler zum Herrenkeller in Ulm erzeugt wurden. — Malz. Das zum Brauen verwendete Malz war gut ausgedarrt und lieferte bei einem Versuch im Laboratorium 70% Extrakt, der Extraktgehalt einer 12,3%igen Würze enthielt 5,12 % Zucker, es treffen somit auf 100 Pfund Zucker dieses Extraktes 41,6 Pfund Zucker. — Würze-Untersuchung. Die Würze nach dem Brauverfahren des Herrn Ziegler enthielt 13,3 % Extrakt, davon treffen 5% auf den Zucker, somit auf 100 Pfund Extrakt 37,59 Pfund Zucker. Würze unter Anwendung der bayerischen Dickmaischmethode mit Einhaltung der Verzuckerungstemperatur erzeugt, zeigte 13,3% Stammwürze, davon treffen 5,8% auf Zucker, auf 100 Pfd. Extrakt somit 43,6 Pfd. Zucker. Es befindet sich daher im Extrakt dieser Würze 6% mehr Zucker, wie bei den Würzen nach dem Brauverfahren des Herrn Ziegler, welche nur 37,59% enthalten. Diese Resultate geben den Beweis, dass das Dampf-Kochsystem unter Anwendung der bayerischen Dickmaischmethode, 2 Dickmaischen, 1 Lautermaische und Stehenlassen der 2 Dickmaischen vor dem Kochen bei 48—50° R. ebenso normale zuckerreiche Würze liefert, wie das Kochen auf freiem Feuer.*)

Zusammensetzung der Würze und des Bieres, welche mit Dampfkochung erzeugt wurden nach den Untersuchungen an der wissenschaftlichen Station für Brauerei in München.**)

		Mit Dampf gekochte Würze		Ueber freiem Feuer gekochte Würze	
100 Theile Extrakt enthalten:		Würze-Extrakt	Bier-Extrakt	Würze-Fxtrakt	Bier-Extrakt
Maltose		59,55	37,12	64,20	38,01
Stickstoff		0,896	0,792	0,694	1,088
oder Proteïnstoffe		4,603	4,95	4,34	6,80
Asche		1,63	2,71	1,59	2,86
nähere Asche-bestandtheile	Kieselsäure	0,1437	0,3176	0,1472	0,2580
	Eisenoxyd	0,0044	0,0030	0,0124	0,0332
	Calcyumoxyd	0,0321	0,0306	0,0242	0,0612
	Magnesiumoxyd	0,1571	0,2390	0,1312	0,2348
	Kali	0,4478	0,7951	0,5077	0,8694
	Phosphorsäure	0.7720	1,0989	0,6633	1,2670
	Schwefelsäure	0,0083	0,0247	0,0497	0,0643
	Mt : NMt i. E. = 1 :	0,680	1,694	0,557	1,631

*) Der Zucker ist auf Dextrose berechnet.

**) Zeitschrift für das gesammte Brauwesen 1882 S. 223.

Zusammensetzung der Biere in Gewichtsprozenten:

		Mit Dampf gekocht nach der Hauptgährung	Mit Dampf gekocht nach 4 Monaten Lagerzeit	Ueber freiem Feuer gekocht nach der Hauptgährung	Ueber freiem Feuer gekocht nach 4 Monaten Lagerzeit
Spez. Gewicht + 17,5° C.		1,0257	1,0179	1,0233	1,0168
Alkohol		3,11	4,14	3,41	4,03
Extraktrest (B)		7,88	6,27	7,22	6,10
nähere Extrakt-bestandtheile	Maltose	2,92	1,59	2,74	1,66
	Stickstoff	0,0624	0,0640	0,0786	0,0784
	oder Proteïnstoffe	0,390	0,400	0,491	0,490
	Asche	0,214	0,212	0,207	0,195
wirklicher Vergährungsgrad		43,0	54,8	47,4	53,3

Vergleicht man die Zusammensetzung beider Würzeextrakte mit einander, so ist der Maltosegehalt des mit Dampf gekochten Extraktes um 4,65 % geringer, wie bei dem über freien Feuer erzeugten Würzeextrakte.

Vergleicht man die Zusammensetzung der Bierextrakte nach der Hauptgährung mit einander, so ist der Maltosegehalt bei den mit Dampf gekochten Würzen (Bierextrakt) nur um 0,89% niedriger, wie bei den mit freiem Feuer erzeugten Würzen resp. Bierextrakt.

Nach 4monatlicher Lagerzeit findet ein merklicher Unterschied in der Zusammensetzung der beiden Biere nicht statt. Das mit Dampfeinrichtung erzeugte Bier zeigt einen wirklichen Vergährungsgrad von 54,8%, während das auf freiem Feuer erzeugte Bier auf 53,3% vergohren ist.

Von besonderem Einfluss auf den Vergährungsgrad äussert sich das Dampf-Kochsystem bei Anwendung von schwach gedarrtem Malz. Er wird meist sehr hoch, während unter Anwendung von gut ausgedarrtem Malze gegenüber den über freiem Feuer gekochten Würzen ein Unterschied nicht stattfindet.

Dampfkochsystem von Conrad Zimmer, Frankfurt a. M.

Abbildung siehe Anhang.

Das Sudverfahren unterscheidet sich von den bekannten, bisher angewandten in Folgendem:

1) Von dem Malz werden nicht nur die Hülsen entfernt, sondern auch der Blattkeim abgeschieden; sodann der übrig bleibende Mehlkörper auf's Feinste gemahlen, und wenn verlangt, in zwei Sorten helles und dunkles Mehl geschieden.

2) Das feine Mehl wird mit wenig Wasser im Vaccuum gemischt, verzuckert und gekocht.

3) Die Maische, welche aus einer concentrirten Würze und aus koagulirten Eiweissstoffen besteht, wird durch Centrifugalkraft in Würze und Eiweissstoffe, resp. Rückstände, getrennt, ohne dass ein Ueberschwänzen nöthig wäre.

4) Die auf einmal in Arbeit genommenen Quantitäten Rohmaterial übersteigen 750 Kilo Malz = 600 Kilo Mehl nicht.

5) Zur Herstellung der nöthigen Quantitäten der Grossindustrie ist ein kontinuirlicher Betrieb eingerichtet, welcher das Erreichen jeder Quantität ermöglicht.

Da dieses Sudverfahren den Hauptzweck hat, alle die Eiweissstoffe, die als leicht zersetzliche Substanzen die Haltbarkeit des Bieres beeinträchtigen, und nicht zur Er-

nährung der Hefe dienen, zu entfernen, so ist auch die Kühlung anders eingerichtet, um dem resultirenden Bier die Garantie unbedingter Haltbarkeit zu geben. Dieses Kühlverfahren besteht darin, dass die Würze nicht mehr auf Kühlschiffe gebracht wird, sondern direkt auf einen Kühlapparat, in welchem mit Brunnenwasser die Würze auf 15—20° abgekühlt wird. Die bis zu dieser Temperatur sich ausscheidenden Eiweisskörper werden durch Centrifugalkraft abgeschieden und die Würze in einem zweiten Kühlapparat auf die Anstelltemperatur gekühlt.

Der Gang des Sudverfahrens stellt sich demnach wie folgt: Drei Gefässe dienen zur Aufnahme der Maische; diese Gefässe sind mit einem verschliessbaren Mannloch versehen, durch welches das Malzmehl und das dazu nöthige Quantum Wasser eingebracht wird. Die Wassermenge wird zur Menge des Malzes derart bemessen, dass die resultirende Würze eine Concentration von 18—20% hat. Es wird zunächst im Kessel I eingemaischt; nachdem derselbe gehörig verschlossen ist, findet ein Evakuiren desselben vermittelst irgend eines geeigneten, bekannten Apparates statt bis zu etwa 60 cm. Bei dieser Luftverdünnung erfährt die Maische eine Temperaturerhöhung dadurch, dass zwischen die Wandung des Kessels und den den letzteren umgebenden Mantel Dampf oder andere erhitzte Gase oder Flüssigkeiten eingeleitet werden, jedoch nur in solcher Menge, dass jene Temperatur nicht erreicht werden kann, bei welcher die Zerstörung der Diastase erfolgt. Die Maische wird nun, je nachdem es die Geschmacksrichtung des Publikums nach vollmundigem oder weniger vollmundigem Biere erfordert, länger oder kürzer auf der Verzuckerungstemperatur erhalten, gekocht und hierauf von dem Maischkessel nach dem Läuterapparat geführt.

Die hier abgeschiedene Würze fliesst nach dem Hopfenkessel, der jedoch so gross ist, dass er den Inhalt ven 2 Maischkesseln fasst. Es wird desshalb bei einem grösseren Betrieb im Kessel II eingemaischt, wenn die Maische im Kessel I kocht, hier verläuft nun derselbe Process wie eben beschrieben. Sobald die Maische im Kessel II kocht, wird in III eingemaischt; und wenn die Würze vom Kessel I abgeläutert ist, wird die Würze im Kessel II zum Abläutern fertig. Der Hopfenkessel, der wie erwähnt, den Inhalt zweier Maischkessel fasst, ist gefüllt in einem Zeitraum von 2 Stunden nach Beginn des Ausschleuderns, und zwar mit einer Würze, welche die Concentration der Stammwürze hat; da in dem Läuterapparat (Centrifuge) ein Ueberschwänzen nicht nothwendig ist, wird je nach der Concentration der Stammwürze dieselbe auf den gewünschten Procentgehalt mit gekochtem Wasser verdünnt, oder es wird vor dem Beginnen des Abläuterns im Hopfenkessel das zur Erreichung der gewünschten Concentration nöthige Quantum Wasser gekocht, eventuell mit dem zum Sud nöthigen Quantum Hopfen.

Während nun im Hopfenkessel die Würze von den ersten zwei Maischkesseln gekocht wird, läuft die Würze der zwei folgenden Maischkessel in einen zweiten Hopfenkessel, und wenn die Würze des Hopfenkessel I ausgeschlagen wird, ist der Hopfenkessel II gefüllt und wieder die Würze eines Maischkessel bereit, um in den Hopfenkessel I abgeläutert zu werden. Auf diese Weise kann trotz dem geringen Volumen des einzelnen Kessels jeder Betrieb erreicht werden, und können z. B. mit einer Anlage, wie beschriebene, 180 bis 200 Centner Malz in 16 Arbeitsstunden verarbeit werden. Dadurch, dass die Maische niemals Gelegenheit hat Milchsäure zu bilden, dass die Diastase nicht vor der Zeit zerstört werden kann, weil ein Ueberhitzen unmöglich ist und bei dem Abläutern die Würze nicht unter die Zuckerbildungstemperatur sinkt, ferner durch

Ueberschwänzwasser der Würze keine Verunreinigungen beigebracht werden können, und sofort im Hopfenkessel, welcher ebenfalls durch Dampf geheizt werden kann, auf die Siedetemperatur gebracht wird, ist es durch diese Einrichtung und dieses Brauverfahren möglich, eine tadellose reine Würze zu erzielen.

Der Sauerstoff, den die Würze zu der spätern Gährung nothwendig hat, wird ihr im Kühlprocess während des Centrifugirens zugeführt.

Die Vortheile, welche diese Sud- und Kühlhauseinrichtung bietet, sind nach Angabe des Erfinders folgende:

1) Erreichen der wirklich vorhandenen Extrakt-Ausbeute bis auf höchstens 0,6% Verlust.

2) Unbedingte Gleichmässigkeit des Bieres.

3) Eine Haltbarkeit, welche allen nur denkbaren Anforderungen entspricht.

4) Hefen- und Glutintrübung, Sommergeschmack etc. unmöglich.

5) Bedeutend geringeres Anlagecapital. Kleinere Bedienungs- und Feuerungskosten.

6) Eine Netto-Ersparniss von mindestens 6 Pf. pro Kilo Malz.

7) Die Möglichkeit das Fabrikat bei gleicher Qualität rascher umzusetzen.

8) Die Gewinnung trockener Träber, welche sich auf jede Zeitdauer conserviren lassen.

Nachtrag zur Deinhardt'schen Hopfensud-Methode.

(Patent.)

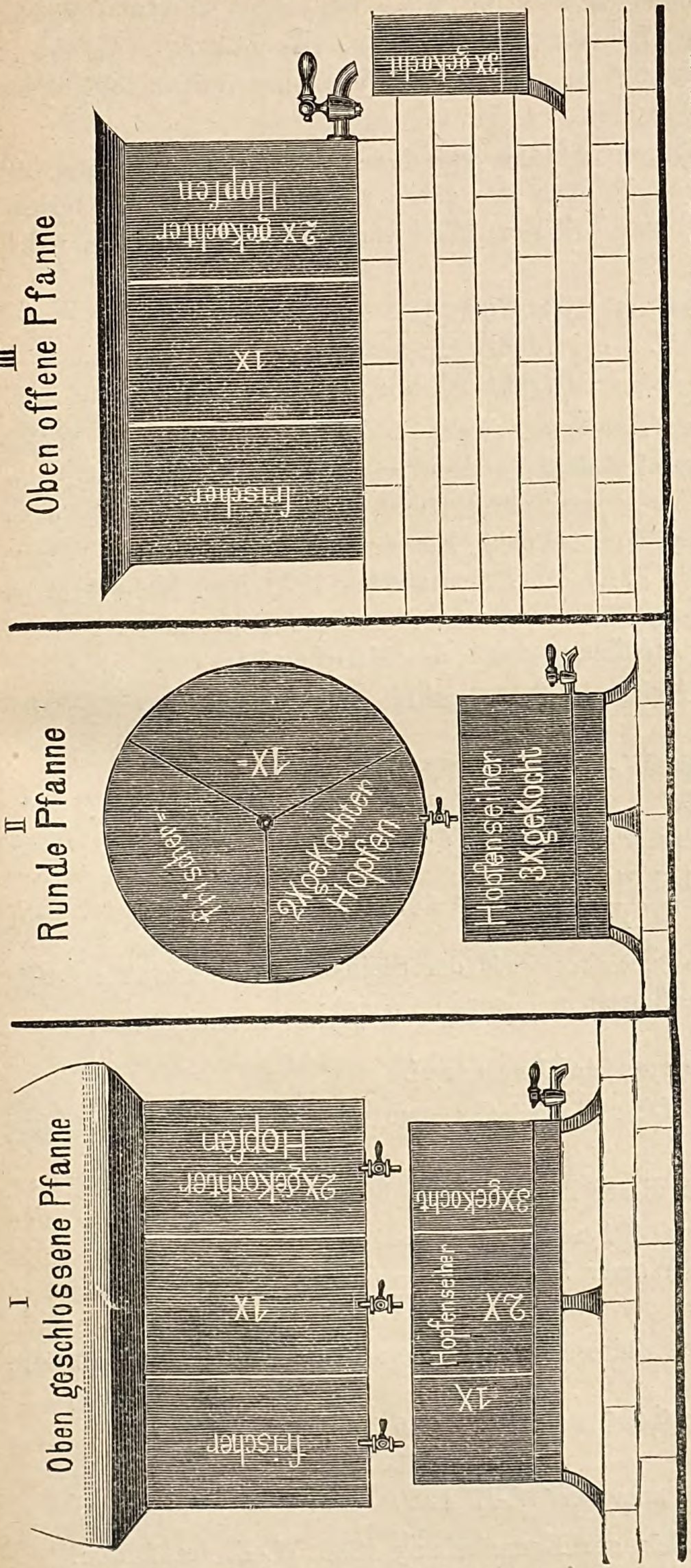
Auf Seite 176 dieses Bandes wurde ein 4—5maliges Kochen des Hopfens empfohlen.

Die im Laufe der Zeit gemachten Erfahrungen führten nun zu dem Ergebniss, dass es vortheilhafter ist, den Hopfen nur 2mal, resp. 3mal zu kochen. Diese vereinfachte Methode versinnlicht nebenstehendes Bild.

Bei Anwendung der Methode selbst verfährt man nun folgendermassen:

Beim ersten Sud bringt man wie gewöhnlich den Hopfen in die Pfanne und lässt die Scheidewände ganz weg. Ist der Sud fertig und ausgeschlagen, so bewahrt man den bereits gebrauchten Hopfen für den nächsten Sud auf. Bei diesem nun setzt man, bevor die Würze geschöpft wird, eine Scheidewand in die Pfanne und bringt nun den bereits einmal gekochten Hopfen, wenn etwas Würze darin, dazu. Sobald die Würze anfängt zu kochen, gibt man auch den frischen Hopten hinein. Beim zweiten Sud kann man schon 15% weniger als bisher nehmen. Ist die Würze ausgeschlagen, so werden beide Hopfen wieder aufgehoben. Beim dritten Sud bringt man beide Scheidewände in die Pfanne. Ist etwas Würze darin, gibt man den schon einmal und zweimal gekochten Hopfen dazu, und bevor die Würze anfängt, zu kochen, thut man den frischen hinein. Beim dritten Male endlich nimmt man 25% weniger frischen Hopfen als beim gewöhnlichen Verfahren. Man hebt jetzt stets den einmal und zweimal gekochten Hopfen auf und lässt den dreimal gekochten wegwerfen.

Theoretische Berechnung des Feuermaterial-Verbrauches bei Anwendung verschiedener Brauverfahren.



Als Grundlage zu solchen Berechnungen dient die physikalische Eigenschaft des Wassers, einen gewissen Antheil Wärme aufnehmen zu können, bevor dasselbe in Dampf übergeführt wird; ferner der Umstand, dass die Heizkraft der Brennstoffe eine verschiedene ist.

Wie bereits auf Seite 215 des I. Bandes dieses Werkes erwähnt wurde, benöthigt ein Liter oder 1 Kilogramm Wasser unter allen Stoffen die grösste Menge Wärme zur Erhöhung der Temperatur desselben um 1° C.

Diesen Wärmeverbrauch hat man Wärmeeinheit, spezifische Wärme oder Calorie genannt; in diesem Sinne werden also, um 1 Liter Wasser von 0° auf 100° C. zu erhöhen, 100 Wärmeeinheiten erforderlich sein. Z. B. wenn wir 10 Liter Waseer um 1° erhöhen wollen, so benöthigen wir 10 Wärmeeinheiten, wollen wir die gleiche Menge auf 100° C. erwärmen, so brauchen wir 1000 Wärmeeinheiten, denn $10 \times 100^{\circ} = 1000$ Wärmeeinheiten.

Durch diese Eigenschaft wird es möglich, festzustellen, wie viel Wärmeeinheiten und wie viel Holz oder Steinkohlen etc. etc. nothwendig sind, um das für ein Gebräu erforderliche Wasser auf den Siedepunkt zu erwärmen.

Z. B. wir wollen 1500 Liter Wasser mit 5° auf den Siedepunkt erhitzen, wir benöthigen somit für jeden Liter 95 Wärmeeinheiten $= 1500 \times 95 = 142{,}500$

Wärmeeinheiten. Um nun den Verbrauch an Steinkohlen zu finden, müssen wir mit dem Wärme-Einheitswerth derselben in die erforderlichen Wärmeeinheiten dividiren. Der mittlere Heizwerth der Steinkohlen kann im Mittel theoretisch mit 5000 Wärme-Einheiten angenommen werden (s. Lehrb. II. Bd. S. 217). Die praktische Ausnützung erreicht jedoch nur 50%, mithin theilen wir 142,500 W.-E. mit 2500 = 57 Kilogr. Steinkohlen.

Mischt man 2 Flüssigkeiten von gleicher spezifischer Wärme, so verbreiten sich die Wärmemengen auf gleiche Weise über die ganze Mischung. Z. B. wir mischen 1000 Kgr. Wasser mit 100° C. und 700 Kgr. Wasser mit 10° C. zusammen, welche Temperatur erhält das Gemisch?

1000 Kgr. × 100° C. — 100,000 W-E.
700 „ × 10° C. = 7,000 „
1700 Kgr. 107,000 W.-E. : 1700 = 63° C.

Mischt man dagegen Körper zusammen, welche verschiedene spezifische Wärme besitzen, so müssen wir diejenige Substanz, welche weniger Wärme nothwendig hat als das Wasser, erst mit dessen Calorie multipliziren und dieses Resultat mit den erforderlichen festzustellenden Wärmegraden. (Ueber Körper mit verschiedenen Wärme-Kapazitäten s. Lehrb. II. Bd. S. 214.) Z. B. es werden 1000 Kgr. Malzschrot mit 10° C. in 2000 Liter Wasser von 70° C. eingemaischt, welche Temperatur erhält die Einmaischung, abgesehen von der Abkühlung durch das Maischen?

Die spezifische Wärme des Malzes ist 0,421, mithin entsprechen 1000 Kgr. Malz 421 Liter Wasser.

2000 × 70° W.-E. = 140,000 W.-E.
421 × 10° „ = 4210 „
2421 Summa der W.-E. 144.210 W.-E.

$$\frac{144,210}{2421} = 59,5^\circ \text{ C.}$$

Nach den obigen Beispielen gestaltet sich der Steinkohlenverbrauch für 1 Ctr. Malz bei den verschiedenen Brauverfahren in folgender Weise:

Dickmaischbrauerei.

Für 1 Ctr. Malz werden 130 Liter Einmaischwasser verwendet; die Einmaischung zeigt 12° C.

Die Gesammt-Wärmeeinheiten dieser Einmaischung betragen

für das Malzschrot 0,421 × 50 × 12 = 252 W.-E.
für die 130 Kgr. Wasser 130 × 12 = 1560 „
Summa 1812 W.-E.

Die Einmaischung wird durch Zulassen von heissem Wasser auf 40° C. gestellt, hiezu sind

für das Malzschrot 28 × 0,421 × 50 = 590 W.-E.
für das Wasser 28 × 130 = 3640 W.-E. erforderlich.
Summa der W.-E. 4230

Es sind somit für je 100 ℔ Malz der Einmaischung 4230 W.-E. zuzuführen.

Da durch 1 Liter Wasser nur 60 W.-E. zugeführt werden können, so sind

$$\frac{4230}{60} = 70{,}5 + 10\% \text{ für Abkühlung}$$

rund 77 Liter Wasser auf den Siedepunkt zu erwärmen, wozu 77 × 88 = 6776 W.-E. erforderlich sind.

Für 1 Hl. Malz werden 100 Liter Dickmaische gekocht, die Temperatur der Maische gelangt mit 40° C. in den Kessel, wovon 75 Liter auf das Wasser und 25 Kgr. auf das Malzschrot treffen.

Um die Maische auf den Siedepunkt zu erhöhen, sind:

0,421 × 60 × 25	= 631 W,-E.	für das Malz und
75 × 60	= 4500 „	für das Wasser erforderlich.
	Summa 5131 W.-E.	

Diese Dickmaische dient zum Steigern der Temperatur der Einmaischung im Bottich auf 50° C.

Es wird nun die II. Dickmaische in den Kessel gebracht und ebenfalls auf den Siedepunkt erwärmt, wozu erforderlich sind:

für das Malzschrot 25 × 50 × 0,421	= 526 W.-E.
für das Wasser 75 × 50	= 3750 W.-E.
	Summa 4276 W.-E.

Mit dieser Maische wird die Einmaischung auf 60° C. gebracht und 120 Liter Lautermaische geschöpft. Zur Erhöhung auf den Siedepunkt sind 120 × 40 = 4800 W.-E. erforderlich.

Jede Maische wird 30 Minuten gekocht, wodurch für 1 Hl. Maische beiläufig 5 Liter, das ist für 3 Hektoliter 15 Liter Wasser verdampfen. Der Wärmeverbrauch beträgt demnach für 1 Hl. Malz 15 × 550 = 8250 W.-E.

Für 1 Hl. Malz sind beiläufig 180 Liter Wasser zum Anschwänzen auf den Siedepunkt zu erwärmen = 180 × 88 = 15840 W.-E.

Die Würze wird auf den Siedepunkt erwärmt, wozu für 1 Hl. Würze 30 W.-E. erforderlich sind.

Da aus 1 Hl. Malz vor dem Kochen 3 Hl. Würze entstehen, so sind 30 × 3 × 100 = 9000 W.-E. zuzuführen. Endlich verdampft während 2½stündiger Kochzeit von jedem Hl. Würze 10 Liter, somit für 3 Hl. 30 Liter, wozu 30 × 550 = 16500 W.-E. erforderlich sind.

Die Gesammt-Wärmeeinheiten, welche erforderlich sind, ergeben folgende Zusammenstellung:

Steigerung des Wassers im Kessel von 12° C. — 100° C. . . .	= 6776	W.-E.
Zum Erwärmen der I. Dickmaische auf 100° C.	= 5131	„
Zum Erwärmen der II. Dickmaische auf 100° C.	= 4276	„
Zum Erwärmen der Lautermaische	= 4800	„
Für das Kochen der III. Maische	= 8250	„
Für das Anschwänzwasser	= 15840	„
Zur Erhöhung der Würze auf den Siedepunkt	= 9000	„
Zur Verdampfung während 2½stündiger Kochzeit der Würze mit Hopfen	= 16500	„
Summa der W.-E.	70,573	W.-E.

Zur Berechnung des Brennstoffverbrauches dient die auf Seite 218 des II. Bd. befindliche Tabelle, nach welcher der Heizwerth des Holzes theoretisch eine Heizkraft von 4000 Calorien aufweist, während Steinkohlen mit 6500 Calorien angegeben sind.

Hätten wir beispielsweise als Feuerungsmaterial Steinkohlen angewendet, deren theoretischer Heizwerth im Mittel mit 5000 W.-E. angenommen werden kann, so würde für jeden Hektoliter Malz, den wir verbrauen, $\frac{70573}{5000} = 14$ Kgr. Steinkohlen verbraucht werden.

Bei den gewöhnlichen Heizanlagen finden jedoch bedeutende Wärmeverluste statt, so dass der wirkliche Werth des Brennmaterials nur zur Hälfte ausgenützt werden kann. Es muss somit die theoretisch gefundene Summe W.-E. der Steinkohlen verdoppelt werden, so dass der wirkliche Steinkohlenverbrauch 28 Kgr. erreichen wird. Mit der Güte des Feuermaterials und der Vorzüglichkeit der Heizanlage fällt der Verbrauch an Brennmaterial zurück. Bei Verwendung von geringem Brennstoff und mangelhafter Heizanlage steigt im Verhältniss der Verbrauch an Brennmaterial.

Infusionsmethode.

Es werden 180 Liter Wasser von 12° auf 75° erwärmt, mithin 63 × 180 W.-E. = 11340 W.-E. erforderlich. Daraus werden 90 Liter Hauptwürze gewonnen.

Zum Auswaschen der Treber werden 210 Liter Wasser von 12° C. auf 100° C. erwärmt, mithin 210 × 88 = 18,480 W.-E.

In den Kessel gelangen 90 Liter Hauptwürze und 210 Liter Nachwürze. Es müssen somit 300 Liter Würze von 70° C. auf 100° C. erwärmt werden, wozu 300 × 30 = 9000 W.-E. erforderlich sind.

Während 2stündiger Kochzeit verdampfen für je 100 Liter Würze 10 Liter, mithin für 300 Liter 30 × 550 = 16500 W.-E.

Summa der Wärme-Einheiten:

Für das Einmaischwasser	11340	W.-E.
Für das Anschwänzwasser	18480	„
Zur Erhöhung der Gesammtwürze auf den Siedepunkt	9000	„
Für 2stündige Kochzeit	16500	„
Summa der W.-E.	55320	W.-E.

Nehmen wir hier den Werth des Feuermaterials ebenfalls mit 5000 W.-E. an, so benöthigen wir $\frac{55320}{5000} = 11,06$ Kgr. Steinkohlen. Da jedoch nur die Hälfte des Brennmaterials zur Ausnützung gelangt, so sind 11,06 × 2 = 22,12 Kgr. Steinkohlen erforderlich.

Gemischtes Brauverfahren.

Für 1 Hl. Malz werden 200 Liter Wasser von 12° auf 62° C. erwärmt, wozu 50 × 200 = 10,000 W.-E. erforderlich sind. In den Maischbottich werden 130 Liter davon abgelassen und die übrigen 70 Liter auf den Siedepunkt erwärmt, wozu 70 × 38 = 2660 W.-E. erforderlich sind. Mit dieser Wasserquantität wird die Einmaischung auf 65° C. gestellt, wovon für jeden Hektoliter 125 Liter Dickmaische in den Kessel

gebracht werden, wovon 25 Kgr. auf die Dickmaische und 100 Liter auf das Wasser treffen. Die 25 Kgr. Dickmaische beanspruchen zur Erwärmung auf den Siedepunkt $25 \times 40 = 1000$ W.-E.

Die 100 Liter Wasser $100 \times 40 = 4000$ W.-E.

Es werden 180 Liter Anschwänzwasser auf den Siedepunkt gebracht, wozu $180 \times 88 = 15840$ W.-E. erforderlich sind.

Während des Kochens der Dickmaische werden für den Hl. Malz 10 Liter Wasser verdampft, wozu $10 \times 550 = 5500$ W.-E. erforderlich sind.

Es werden für jeden Hl. Malz 300 Liter Würze 2 Stunden gekocht, wodurch $30 \times 550 = 16500$ W.-E verbraucht werden.

Summe der Wärme-Einheiten:

Für Erwärmung des Wassers auf 62° C. . .	= 10000	W.-E.
Für Erwärmung auf den Siedepunkt . . .	= 2660	"
Für Erwärmung der Dickmaische auf den Siedepunkt	= 5000	"
Für ½stündiges Kochen der Dickmaische . . .	= 5500	"
Für Anschwänzwasser	= 15840	"
Für Kochen der Würze mit Hopfen	= 16500	"
Summa	55500	W.-E.

Diese 55,500 W.-E. erfordern bei gleicher Werthannahme der Steinkohlen mit 5000 W.-E. $\frac{55{,}500}{5000} = 11{,}1 \times 2 = 22{,}2$ Kilogr. Steinkohlen.

Uebersichtliche Zusammenstellung des Brennstoffverbrauches bei Anwendung verschiedener Brauverfahren.

I. Bayerische Dickmaischmethode.

Wärmeeinheit für 1 Hektoliter Malz 70,133 = 28 Kgr. Steinkohlen.

II. Infusionsmethode.

Wärmeeinheit für 1 Hektoliter Malz 55,320 = 22,11 Kgr. Steinkohlen.

III. Gemischtes Brauverfahren.

Wärmeeinheit für 1 Hektoliter Malz 55,500 = 22,2 Kgr. Steinkohlen.

Die während des Kochens berechnete Verdampfung findet bei geschlossenem Kessel statt; wird im offenen Kessel gekocht, so ist die Verdampfung bedeutend grösser. Sie beträgt nach unseren Beobachtungen das doppelte Quantum. Offene Kochgefässe führen desshalb zu bedeutend nutzlosem Brennstoffverbrauch. Im Allgemeinen findet gegenüber den theoretischen Berechnungen ein Mehrverbrauch an Brennmaterialien von 30—40% statt, so dass in Wirklichkeit bei der hier angenommenen Gussführung durchschnittlich für 1 Ctr. Malz 40 Kgr. Steinkohlen unter Anwendung der bayerischen Dickmaischmethode und 32 Kgr. bei der Infusionsmethode und gemischtes Brauverfahren erforderlich sind.

Von dem Kühlen der Würze.

Die einfachste und bis jetzt noch die meistverbreitete Art der Würzekühlung besteht darin, dass man die vom Hopfen getrennte Würze auf flache Gefässe (Kühlschiffe) ausbreitet und dafür sorgt, dass die Abkühlung möglichst rasch erfolgt.

Eines Theils um die Kühlung zu beschleunigen, andern Theils um der Würze Gelegenheit zur Sauerstoffaufnahme zu geben, herrscht in einzelnen Brauereien der lobenswerthe Gebrauch, die Würze mittelst Krücken herumzurühren.

Während in den kalten Wintertagen die Kühlung der Würze ohne besondere weitere Kühlvorrichtung rasch genug erfolgt, wird bei gelinder Witterung die Kühlung der Würze durch verschiedene Kühlvorrichtungen zu beschleunigen gesucht.

Die gewöhnlichste Art ist die Kühlung mittelst Windflügel (Bd. I S. 133). Ausserdem findet man häufig ein Röhrensystem auf der Kühlschiffläche verbreitet, durch welches kaltes Wasser geleitet wird; auch durch Einwerfen von Eis kann die Kühlung beschleunigt werden. Da aber die letzte Art der Kühlung der Steuerverhältnisse halber nicht überall angewendet werden kann und wegen der Reinlichkeit halber nicht besonders zu empfehlen ist, ferner durch die erstgenannte Vorrichtung die vollständige Kühlung in der gewünschten Zeit nicht erreicht wird, so bedient man sich besonderer Kühlapparate (Bd. I S. 133—142).

Unter diesen Kühlapparaten sind besonders diejenigen der Firma A. Neubecker in Offenbach hervorzuheben (Bd. I Seite 134—136, Figur 125 und 126, ferner Seite 163 Figur 151, sowie der neu verbesserte Berieselungs-Kühlapparat, System Laverence, von E. Theisen, Leipzig-Lindenau.

Die Aufstellung der Kühlapparate.

Die Aufstellung der Kühlapparate ist am besten so zu machen, dass die gekühlte Würze auf dem kürzesten Weg in den Gährbottich gelangt. Geschlossene Kühlapparate werden am besten im Gährkellerraum aufgestellt. Offene Kühlapparate werden meist über den Gährbottich-Raum und wenn es die Verhältnisse gestatten, unter dem Kühlschiff aufgestellt. Der Raum zwischen Kühlschiff und Gährkeller soll möglichst kühl sein und gute reine Luft enthalten.

Berechnung des Eis- und Wasserverbrauches zum Kühlen der Würze.

Als Grundlage zu solchen Berechnungen dient einerseits die schon besprochene Eigenschaft des Wassers, einen gewissen Antheil Wärme aufnehmen zu können, bevor dasselbe den Aggregatszustand ändert, ferner der Umstand, dass Wasser die grösste Menge Wärme erfordert, um per Liter um 1° C. erhöht zu werden.

Dasselbe Verhältniss gilt mit hinreichender Genauigkeit auch von der Würze.

Sollen nun z. B. 50 Hektoliter Würze von 25° C. auf 5° C. heruntergekühlt werden, so ist nöthig, der Würze $50 \times 100 \times (25-5) = 5000 \times 20 = 100{,}000$ W.-E. zu entziehen. Diese Wärmemenge von 100,000 W.-E. kann ihr entzogen werden dadurch, dass man Brunnenwasser und Eiswasser mit ihr in Berührung bringt, also diese sich an der Würze erwärmen lässt.

Bezüglich der Kühlfähigkeit des Eises ist zu merken, dass 1 Kilogramm Eis 80 W.-E. braucht, um in Wasser von 0° C. verwandelt zu werden. Mit anderen Worten ausgedrückt:

1 Kgr. Eis und 80 Liter Wasser von 1° C. geben 81 Liter Wasser von 0°
1 „ „ „ 1 „ „ „ 80° „ „ 2 „ „ „ 0°

oder um 1 Liter Wasser von 0° in Eis zu verwandeln, müssen ihm 80 W.-E. entzogen werden.

Die Veränderung des Aggregatzustandes des Wassers in Eis erfordert demnach

eine ganz bedeutende Wärmeentziehung und liegt in diesem Umstande die grosse Kühlfähigkeit des Eises.

Wir sind nunmehr in den Stand gesetzt, berechnen zu können, wie viel Eis und Wasser bei Anwendung eines Gegenstrom-Apparates man theoretisch braucht, um eine bestimmte Menge Würze abkühlen zu können, und wollen wir hierfür einige praktische Beispiele anführen.

1. Beispiel: Es sollen 50 Hektoliter Würze, die sich auf der Kühle bis auf 15° C. abgekühlt haben, lediglich mit Hilfe von Eiswasser auf 5° herabgekühlt werden.

50 Hektoliter = 5000 Liter. 15—5° = 10° Differenz.

5000 Liter × 10 = 50,000 W.-E.; 1 Kgr. Eis = 80 W.-E. $\frac{50,000}{80}$ = 625 Kgr. Eis.

Diese 625 Kgr. Eis werden theoretisch zur Abkühlung von 50 Hektoliter Würze um 10° gebraucht und zwar, wenn das Eiswasser durch den Apparat strömt und von da nach dem Eiskasten zur wiederholten Abkühlung zurückläuft. Es ist hierbei gleichgiltig, ob sich das Eiswasser im Apparat auf 8, 10 oder 12° erwärmt, was nur von der Grösse des Apparates und der Geschwindigkeit abhängt, mit der das Wasser durch die Rohre gepumpt wird. (Relative Menge des Kühlwassers.)

2. Beispiel: Ein Kühlapparat ist nicht für Wasserkühlung eingerichtet, da die Würze gewöhnlich auf dem Kühlschiff bis auf 15 oder 20° während der Nacht abgekühlt wird. Wegen zu heisser Witterung ist die Würze aber nur auf 30° zu bringen. Da sich nun in der Brauerei Brunnenwasser von 12° vorfindet, so ist es räthlicher, das Eiswasser, welches sich im Kühlapparat auf ungefähr 20° erwärmen würde, nachdem es denselben passirt, fortlaufen und zum Ersatz frisches Brunnenwasser in den Eiskasten zuströmen zu lassen. Wie viel Eis wird dann noch gebraucht werden, wenn 60 Hektoliter von 30° auf 5° gekühlt werden sollen?

Die aus der Würze abzuführende Wärme ist 6000 × 25 = 150,000 W.-E. Das Kühlwasserquantum berechnet sich hiernach: Von 1—20° = 19° Erwärmung, $\frac{150,000}{19}$ = 7894 Liter Wasser, die überhaupt durch den Apparat gepumpt werden müssen. Diese 7894 Liter Wasser sind von 12° auf 1° durch Eis abukühlen, d. h. um 11°, daher: 7894 . 11 = 86,834 W.-E., die vom Eis aufzunehmen sind; folglich sind: $\frac{86834}{80}$ = 1085 Kgr. Eis theoretisch erforderlich, um oben verlangte Kühlung zu vollziehen.

3. Beispiel: Ein Kühlapparat hat doppelte Kühlung. Das zur Verfügung stehende Brunnenwasser hat 10° und es sind 100 Hektoliter Würze von 40° auf 5° abzukühlen. Der Apparat ist gross genug und die Kühlzeit ist so regulirt, dass mit 150 Hektoliter Brunnenwasser von 10° die Würze bis auf 12° vorgekühlt wird. Wie viel Eis ist erforderlich, um bis auf 5° herabzukühlen und mit wie viel Grad muss das Brunnenwasser ablaufen, wenn es mit gutem Effekte arbeiten soll.

Beantworten wir letztere Frage zuerst: Um 100 Hektoliter von 40° auf 12° abzukühlen, sind 10,000 × 28 = 280,000 W.-E. der Würze zu entziehen; es stehen zur Verfügung 15,000 Liter Wasser von 10°. Auf diese werden 280,000 W.-E. übertragen und es wird also die Temperatur des Wassers um $\frac{280,000}{15,000}$ = 18,6° erhöht werden, d. h. das Brunnenwasser wird aus dem Apparate mit 10° + 18,6 = 28,6° abfliessen.

Die auf 12° abgekühlte Würze ist nun noch mit Eis auf 5° zu bringen; der Eisbedarf berechnet sich genau wie bei Beispiel 1, vorausgesetzt dass das Eiswasser aus dem Apparat in den Kasten zurückläuft. $\frac{10{,}000 - 7}{80} = 875$ Kgr. Eis.

4. Beispiel. Es sei in dem gleichen Falle wie vorher Eis genügend vorhanden und bestimmt, dass für jeden Sud 1200 Kgr. Eis verwendet werden dürfen. Da jedoch das Wasser aus der städtischen Wasserleitung entnommen und hoch bezahlt werden muss, will man zur Vergleichung wissen, wie viel Wasser zum Vorkühlen noch gebraucht wird, wenn dasselbe bis auf ca. 28° erwärmt den Apparat verlässt. Abzuführende Wärme ist: 10,000 . 35° = 350,000 W.-E. 1200 Kgr. Eis haben 1200 × 80 = 96,000 W.-E.; folglich bleiben 350,000—96,000 = 254,000 W.-E. auf das Leitungswasser zu übertragen. Letzteres läuft mit 28° ab und hat ursprünglich 10°, wird also um 18° erwärmt werden. Mithin sind nöthig $\frac{254{,}000}{18} = 14{,}111^0$ Liter = 141,11 Hektoliter Leitungswasser.

Auf Grund des Vorhergesagten wird man nun im Stande sein, alle irgend vorkommenden Berechnungen dieser Art zu machen.

Man wird aber vielleicht weiter zu dem Schlusse kommen, dass es bezüglich des Eisverbrauchs gleichgiltig sein müsse, ob erst mit Brunnenwasser vorgekühlt und mit Eiswasser nachgekühlt wird, oder ob sogleich das Brunnenwasser zum Eis in den Eiskasten geleitet und das Eiswasser durch den ganzen Apparat durchgedrückt wird. Es ist dies in der That auch der Fall, aber nur unter der Bedingung, dass man nicht mehr Eiswasser verbraucht, als man Würze abkühlt. Denn sobald mehr Wasser zur Anwendung kommt, als Würze zu kühlen ist, so ist die Wärmemenge des Ueberschusses an Wasser von dessen Temperatur bis auf 1° herab auch noch durch Eis aufzunehmen und muss also nothwendigerweise um den entsprechenden Betrag mehr Eis aufgewendet werden, als bei doppeltem Kühlverfahren. Da nun aber, wie früher ausgeführt, bei jedem Kühlapparate, um den Kühlprozess zu beschleunigen, mehr Wasser aufzuwenden ist, als Würze gekühlt wird, so muss auch der Kühlapparat mit Vorkühlung stets der vollkommenste sein.

Im Allgemeinen beträgt die Ausnützung des Eises 80%, d. h. gut konstruirte Kühlapparate erfordern 20% mehr Eis, als die theoretische Berechnung ergibt.

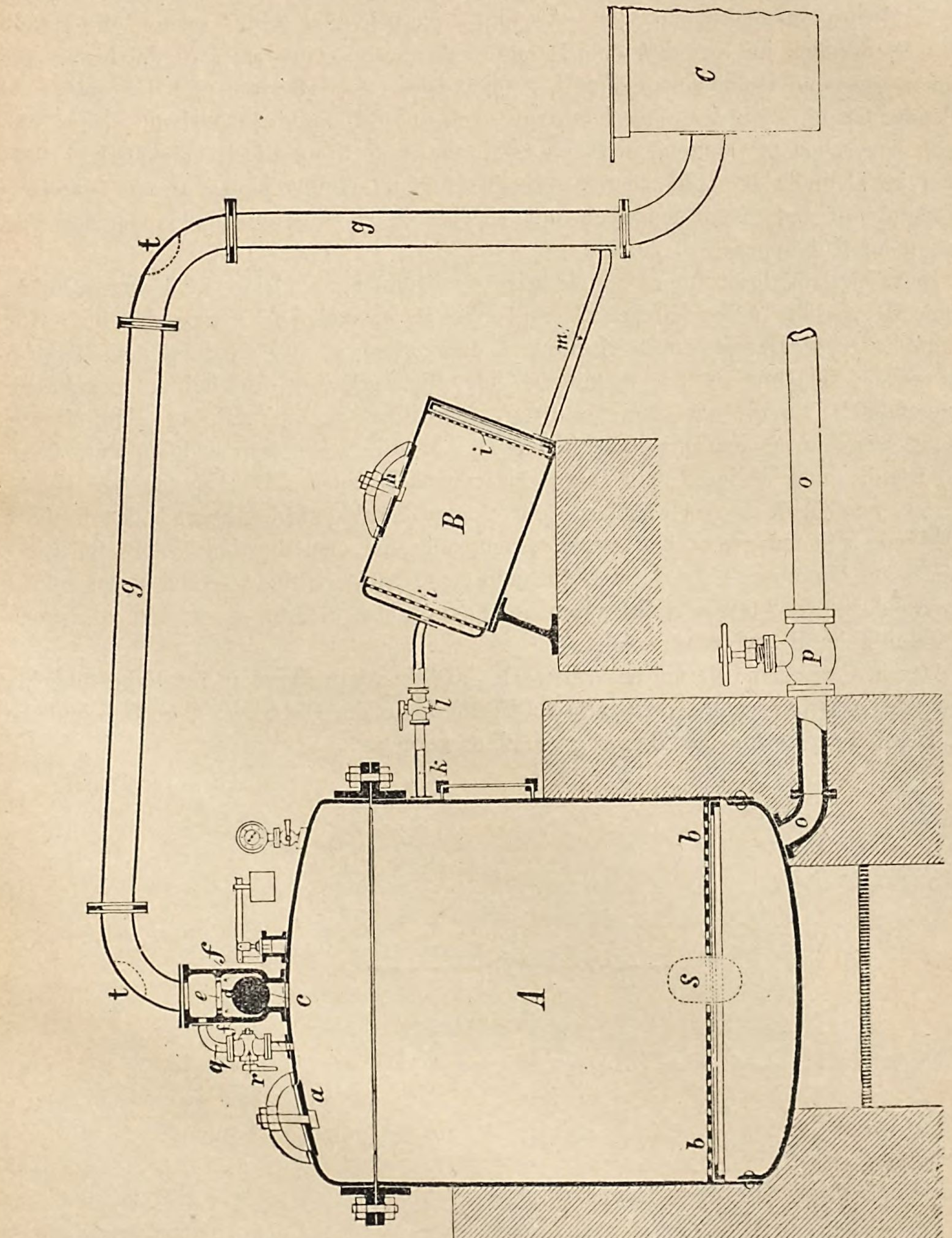
Nachtrag zur Extrahirung des Hopfens.

Gustav Heller's Apparat und Verfahren zur Extraction der für die Bierbrauerei werthvollen Bestandtheile des **Hopfens.**

Gesetzlich geschützt in Oesterreich-Ungarn, Deutschland, Grossbritannien.

$2^1/_2$ Stunden vor dem Ausschlagen (Ablassen) der Bierwürze werden $^4/_5$ des für das Gebräu bestimmten Hopfens in den bereits früher geheizten Kessel **A**, in welchem das zur Hopfenlösung erforderliche Quantum Wasser schon auf mindestens 80° C. erwärmt ist, durch die dampfdicht verschliessbare Oeffnung **a** eingetragen, die Hähne **l** und **r** geschlossen, sodann das zurückbehaltene $^1/_5$ des Hopfens in den Cylinder **B** durch die gleichfalls verschliessbare Oeffnung **h** eingetragen und ist nun der gesammte Apparat soweit hergerichtet um anstandslos zu functioniren.

In Folge der eigenthümlichen Konstruktion des Kessels **A** befindet sich dessen Inhalt unter einer den Siedepunkt namhaft überschreitenden Temperatur, (von mindest 120° Cels.) hervorgebracht durch die Dampfspannung, da der sich entwickelnde Dampf nur durch das Kugelventil **d**, durch **c f** in **g** nach dem Kühlapparat **C**, um daselbst kondensirt zu werden, entweichen kann.



Da das Sicherheitsventil noch stärker als das Kugelventil belastet ist, so kann nur im Falle einer bereits explosionsgefährlichen Spannung ein verschwindend kleines Quantum Dampf nach aussen entweichen, bezw. verloren gehen.

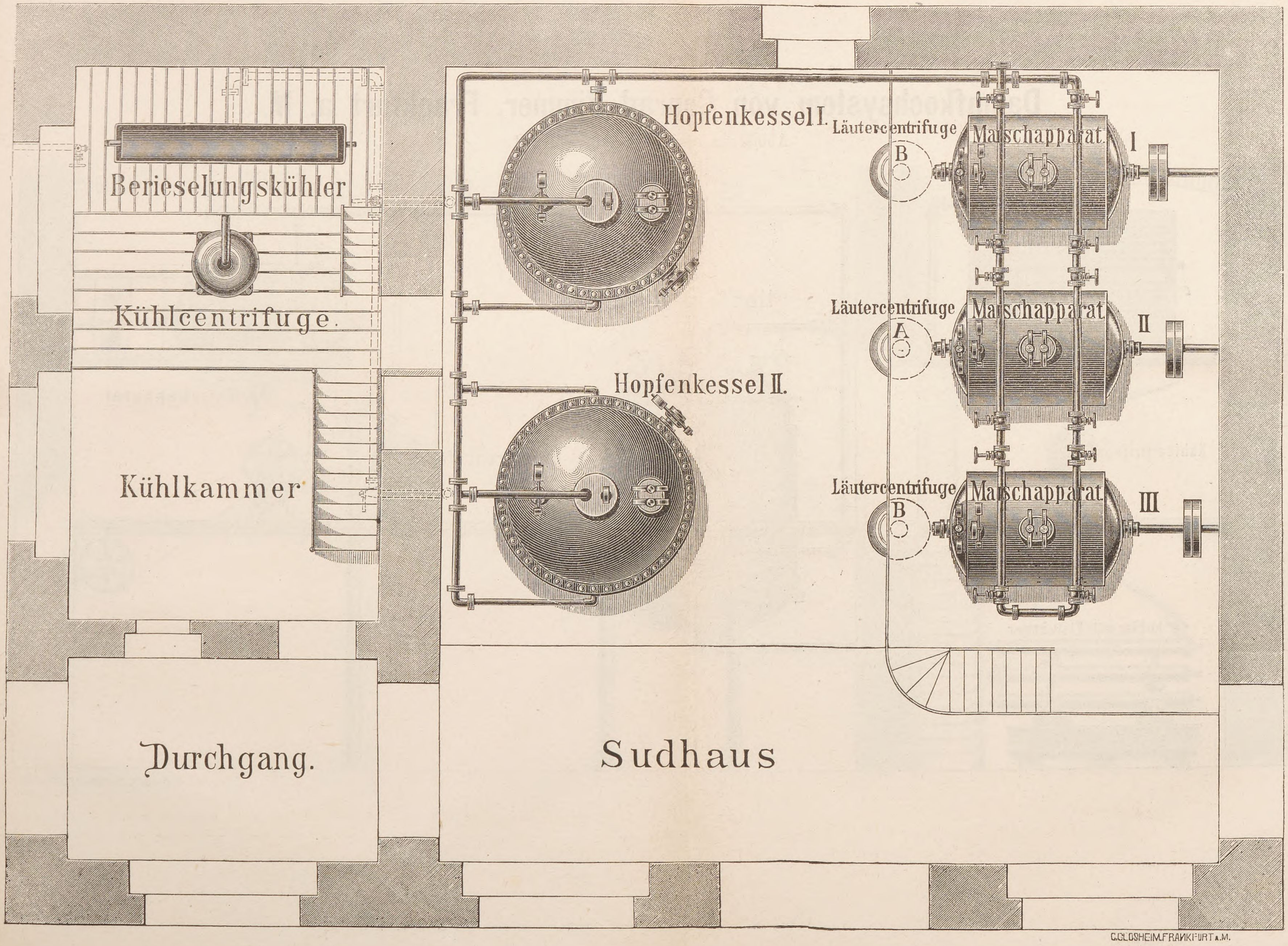
Aus dem Gesagten geht zur Genüge hervor, dass der Apparat durch seine zweckmässige Konstruktion die Garantie bietet, dass alle durch Wasser und Dampf auflösbaren Bestandtheile des Hopfens ihrer vollen Verwerthung zugeführt werden, ohne dass irgend welcher Verlust an flüchtigem Oel — Aroma — zu beklagen ist. Nachdem der Hopfen durch $1^3/_4$ Stunden im Kessel **A** dem Dampfdrucke ausgesetzt war, wird der bisher verschlossen gewesene Hahn **l** ungefähr $^1/_4$ Stunde lang offen gehalten und der unter dem Drucke des Kugel- sowie des Sicherheitsventils gespannte Dampf bahnt sich nun seinen Weg **k** durch den schon erwähnten, zwischen zwei aus perforirtem Blech hergestellten Siebböden **i** im Cylinder **B** befindlichen trockenen Hopfen, nimmt hiebei dessen feinsten Blüthenduft auf und führt denselben mit sich durch **m**, anschliessend an **g**, der Kondensation im Kühlapparate **C** zu.

Nach Verlauf dieser Viertelstunde wird der Hahn **l** geschlossen und durch Oeffnen des am Abflussrohre **o** befindlichen Schraubenventils **p**, nachdem vorher der im letzten Momente erzeugte Dampf durch Aufdrehen des Hahnes **r** durch **q** in **g** nach **C** abgelassen wurde, die Hopfenwürze vermittelst eines Bierwerkels in die Sudpfanne gebracht, um ungefähr $^1/_2$ Stunde oder bis zum Bruche der Bierwürze mitzusieden. Fünf Minuten vor dem Ausschlagen der Bierwürze kommt das Destillat aus dem Kühlapparate **C** mit in die Pfanne und verleiht dem Biere das edelste Bouquet. Der ausgenützte Hopfen wird von dem in **A** eingeschraubtem sehr festem Drahtgeflecht-Einsatzboden **b** durch die Oeffnung **s** herausgeholt und weggeworfen, während man den blos seiner flüchtigen Bestandtheile beraubten Hopfen im Cylinder **B** beim nächsten Sude — und wenn solcher nicht anschliesst trocknet man ihn rasch an einem warmen Orte — als ein vollgerechnetes Fünftel im Kessel **A** verwendet.

Durch dieses neue Verfahren sollen ca. 50% und mehr von der bisher üblichen Hopfengabe gespart und bedeutende Vortheile in der Haltbarkeit, im Geschmacke, sowie Herstellungskosten des Bieres geschaffen werden.

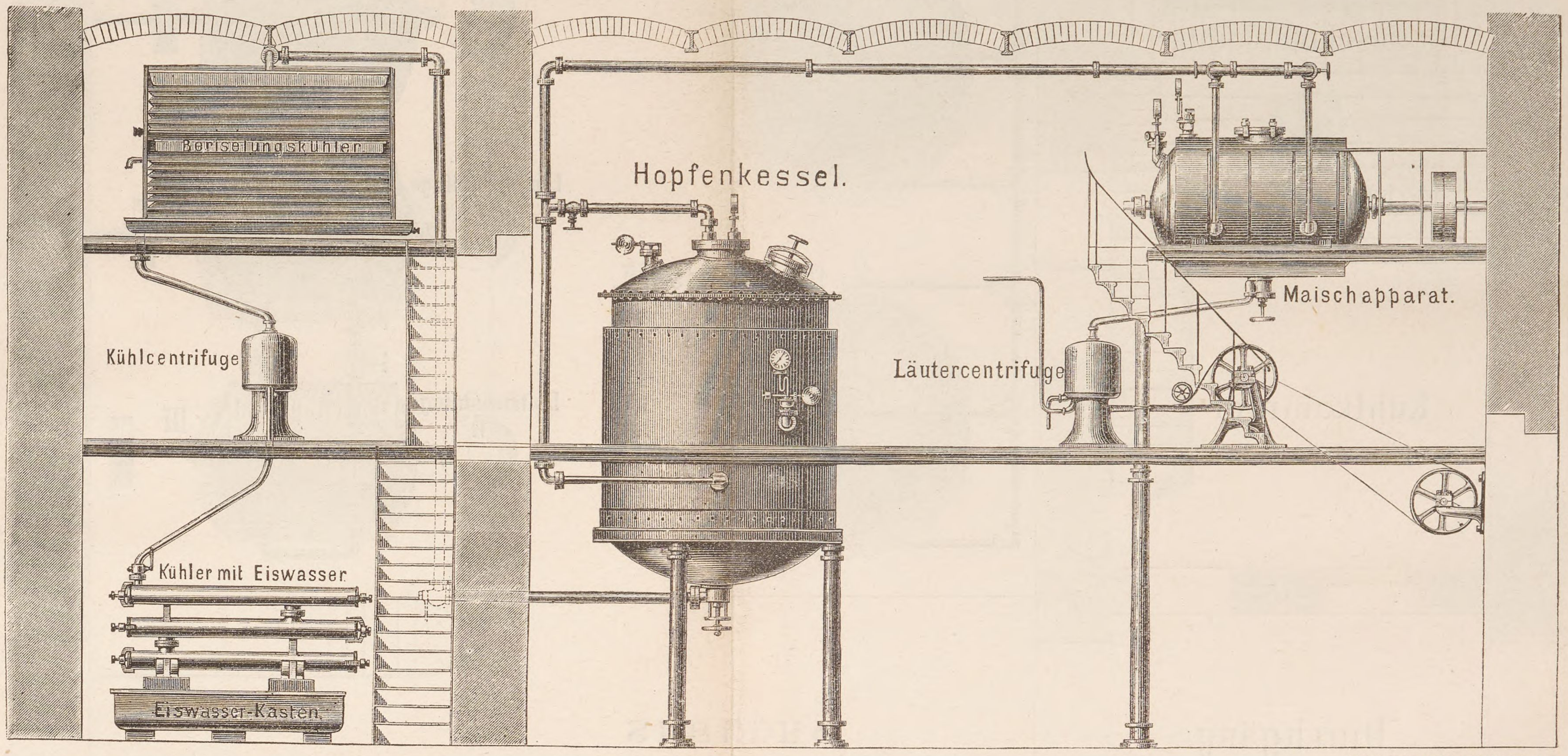
Dampfkochsystem von Conrad Zimmer, Frankfurt a. M.

Abbildung zum Text auf Seite 204.



Dampfkochsystem von Conrad Zimmer, Frankfurt a. M.

Abbildung zum Text auf Seite 204.



C. CLOSHEIM FRANKFURT a. M.

INHALT.

	Seite
Vorwort	
Technologie	1
Schimmelpilze	2— 6
Brandpilze	6— 7
Rostpilze	7—10
Mehlthaupilze	10 - 11
Sprosspilze	11—13
Spaltpilze (Schizomyceten)	13—16
Ernährungschemismus der niederen Pilze . .	16—23
Quellung und Keimung der Samen	24—40
Samen, Weisslose	24
Samen, Weisshaltige	24
Gerstenkorn, Anatomische Theile	25
Chemische Bestandtheile	25—26
Stickstofffreie Reservestoffe	26 27
Fortpflanzung der Samen	27—28
Quellung der Samen	28—29
Individualität und Beschaffenheit der Teste (Haut der Samen)	29—30
Volumenzunahme, Quellen der Samen . . .	30—31
Einfluss der Natur, sowie der Temperatur des Quellungsmediums auf den Quellungsprocess	31—32
Aeusserlich sichtbare Keimungsvorgänge . .	32
Das Verhalten der Aschenbestandtheile der Samen bei der Keimung	32—34
Das Verhalten stickstoffhaltiger Verbindungen bei der Keimung	34—36
Die Athmung der Keimpflanzen	36
Wärmeentwicklung bei der Keimung . . .	36 37
Das Verhalten stickstofffreier Verbindungen bei der Keimung	37—39
Einfluss verschiedener Temperaturen auf die Samen und Keimpflanzen	39—40
Theorie der Gährung (Einleitung)	40—45
Alkoholische Gährung	45—60
Bernsteinsäure-Zusammensetzung	46
Gährungsprodukte	46 47
Verschiedene Momente, welche auf die Gährung überhaupt einzuwirken vermögen . .	47
Einfluss der Temperatur	47
Feuchtigkeit	48
Druck	48
Licht	48
Gährungsprodukte Alkohol und Kohlensäure	49
Salze, Gifte und Antiseptica	49
Unaufgeklärte Störungen	49
Geschichtliche Notizen über die Kenntniss der Gährungsorganismen	49—52
Liebig'sche Zersetzungstheorie	52—53
Fermenttheorie	53—55
Pasteur's Sauerstoffentziehungstheorie . . .	55—56
C. v. Naegeli's molecular-physikalische Gährungstheorie	56—60
Essigsäure-Gährung	60—61
Milchsäure-Gährung	61—62
Buttersäure-Gährung	62
Schleimige Gährung	62—63
Fäulniss (faule Gährung)	63
Praktischer Theil	
mit theoretischen Erläuterungen	65
Auswahl der Rohstoffe	65
Von der Zeit des Einkaufes	65—67
Ueber das Korngewicht der Gerste . . .	67—68
Absolutes Gewicht der Gerstenkörner . . .	68
Absolutes Gewicht eines Hektoliters . . .	68
Beschaffenheit des Mehlkörpers	68
Beschaffenheit und Farbe der Hülse . . .	68—69
Untersuchung auf halbe Körner	69
Schwimmprobe	69
Ueber den Geruch der Gerste	69—70
Verunreinigungen und Werthbestimmung der Gerste	70
Auswahl und Werthbestimmung des Hopfens	71—74
Hopfenuntersuchung nach Haberland . . .	73—74
Aufbewahrung der Rohstoffe. Die Gerste .	74
Der Hopfen .	75—76
Malzbereitung	77
Das Sortiren und Reinigen des Getreides .	77—78
Vom Einquellen der Gerste	78
Von der Beschaffenheit des Wassers . . .	78—79
Quellung und Wasseraufnahme	79—80
Wasseraufnahme und Wassergehalt der gequellten Gerstensubstanz	81
Substanz-Entziehung	81—82
Untersuchung der organischen Substanz .	82—83
Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Weichwasser von K. Michel und Jäkel Handwerk	83—85
Beschaffenheit der durch das Weichwasser entzogenen Substanzen	85—86
Untersuchungen in Liebig's Laboratorium .	86
Untersuchungen von Dr. Lermer	87
Untersuchungen von Dr. Reischauer u. Geisler	87 88
Untersuchungen von Dr. Hanamann . . .	88—89
Weichwasserstudien aus der Versuchsstation der Wormser Brauakademie	89
Von der Arbeit des Einquellens und von dem Filtriren des Wassers	89—92

	Seite
Der Keimungsprozess	92
Innere Bedingung des Keimens	92—93
Aeussere Bedingungen	93—94
Einfluss der Keimung auf die Bestandtheile der Gerstensubstanz	94—95
Von der Arbeit im Malzkeller	96—98
Allgemeine Regeln	98
Die Führung des Wachsprozesses auf kalten Schweiss	98—100
Die Führung des Wachsprozesses auf warmen Schweiss	100
Aussergewöhnliche Behandlung der Gerste während des Keimens	100
Mälzungsverfahren für ungarische Gerste	100—101
Behandlung einer Gerstensorte von geringer Qualität	101
Behandlung der Gerste, welche längere Zeit im Regen gelegen u. deren Körner zum Theil schon auf dem Felde keimten	101—102
Schimmelbildung	102—103
Vom Schwelken des Grünmalzes	103
Theorie des Darrprozesses	104—107
Die Praxis des Darrens. Allgem. Regeln	107—108
Bereitung von Malz für dunkle extraktreiche vollmundige Biere (bayerische Biere)	108—111
Darrenlage von I. Ulrich	110
Bereitung von Malz für vollmundige hellere Biere (Wiener Biere]	111—113
Bereitung von Malz für blasse, sehr weingeistige Biere (böhmische Biere)	113
Heizmaterial-Verbrauch beim Darren des Malzes	113—114
Volumen u. Gewichtsveränderung der Gerste durch das Mälzen	114—115
Untersuchungen über die Stoffveränderungen der Gerste durch das Mälzen von K. John	115—117
Diastasegehalt	117
Untersuchungsresultate der wissenschaftlichen Station in München	117—119
Untersuchungen über die Veränderungen der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Gerste durch das Mälzen von Dr. P. Ullik	119—120
Eigenschaften und Werth des Darrmalzes	120—121
Entkeimen, Putzen und Aufbewahrung des Darrmalzes	121—122
Malzentkeimungs-Apparat aus der Maschinenfabrik Mayer u. Cie. in Ulm	122
Waizen-Malz-Bereitung	122—123
Farbmalz	123—124
Farbmalz-Surrogate	124
Beurtheilung, Werthschätzung u. chemische Untersuchungen der Rohstoffe I. Malz	124

	Seite
Erhebung des Hectolitergewichts und Zustand der Reinheit	25
Feststellung des Gewichtes im kleinen Verhältniss	125
Gewichtsbestimmung mit dem 50-Gramm-Fläschchen	125—126
Aeussere Beschaffenheit, Geruch, Aroma, Zustand und Farbe des Mehlkörpers	126
Bestimmung der Anzahl mangelhaft oder gar nicht gemälzter Körner	126
Bestimmung des Wassergehaltes	126—127
Bestimmung des Extraktgehaltes	127—129
Zeitdauer der Extraktifikation (Dextrin- und Zuckerbildung)	129
Beschaffenheit und Farbe der Würze	129—131
Zusammensetzung des Würzeextraktes	131
Analytische Arbeiten	132—133
Filtriren	132
Auswaschen	133
Trocknen.	134
Destillation	134
Sublimation	134
Ditration oder Vollumination	134
Wichtige Reagentien für den Brauer	135
Zuckerbestimmung	136—138
Dextrinbestimmung	138—139
Bestimmung des Stickstoffgehaltes i. d. Würze	139—141
Fettbestimmung	141
Säurebestimmung	141—142
Asche-Bestimmung	142
Untersuchung der Aschenbestandtheile	142
Treber-Untersuchungen	142—144
Werthbestimmung des Farbmalzes	144
Wasseruntersuchung	144—148
Der Brauprozess	149
Sudhaus-Einrichtung und Läuterapparat von Ingenieur E. Welz, Breslau	149—151
Sudhaus-Einrichtung mit Braupfanne für indirekte Dampfheizung von Mayer und Comp in Ulm	152—154
Vom Schroten des Malzes	154
Schüttung und Gussführung. Extraktausbeute-Berechnung	154—158
Vom Sieden des Wassers	158—159
Von der Arbeit des Maischens und von den Maischtemperaturen	159
Vom Einteigen oder Einmaischen	159—160
Die Verkleisterungstemperatur	160
Verzuckerungstemperatur	161—163
I. Gerste-Dextringehalt	163
II. Malz- „	163—164
III. Würze- „	164—166
Vom Kochen der Maische	166

Seite

Abmaischen, Abmaischtemperaturen . . .
Maischruhe . . . . 166—167
Vom Abläutern und vom Nachguss (Anschwänzen) . . . . 167—169
Von dem Kochen der Würze mit Hopfen 169—177
Klärmittel . . . . 177—178
Vom Abstehen der Würze nach dem Kochen mit Hopfen und vom Zugiessen des Wassers 178
Von der Wahl des Brauverfahrens . . . 179
Die Infusionsmethode 179
Aufwärtsmaischen . . . . 179—180
Lautermaischmethode 180
Habich's Lautermaischverfahren 181
Dickmaischmethode bayerische 181 184
Brauverfahren von Balling 185
» » Heiss 185
» » Unsöld 185
» » Jerika(Pfannenmaischen) 185—186
» » Karl Michel 186
Einfluss der einzelnen Brauverfahren auf Extraktausbeute und Zusammensetzung der Würze 187
I. Beurtheilung des Malzes 187
I. Versuch (Bayer. Dickmaischmethode) 187—189
II. Versuch (Gemischtes Brauverfahren) 189—190
III. Versuch (Infusionsmethode) . . . 190—191
Gährung 191
I. Versuch . . . . 191—192
II. Versuch 192
III. Versuch 193
Resumé 193
Rohfrucht-Brauerei 194
Zusammensetzung und Werth der Surrogate 194
I. Stärkmehlhaltige . . . . 194—195
Der Reis . . . . 194—195
Der Mais . . . . 195—197
Kartoffel . . . . 197—198
Kartoffelstärkmehl . . . . 198—199
II. Zuckerhaltige Surrogate 199
1. Decoctionswürzen 199
2. Bier nach der Hauptgährung . . 200—201
Dampf-Bierbrauerei . . . . 201—203
Zusammensetzung des Würzeextraktes der mit Dampf erzeugten Würzen . . . . 203—204
Dampfkochsystem von Conrad Zimmer in Frankfurt a. M. . . . . 204—206
Nachtrag zur Deinhard'schen Hopfensud-Methode (Patent) 206
Theoretische Berechnung des Feuermaterial-Verbrauchs bei Anwendung verschiedener Brauverfahren . . . . 207—211
Uebersichtliche Zusammenstellung des Brennstoffverbrauches bei Anwendung verschiedener Brauverfahren 211
Von dem Kühlen der Würze . . . . . 211—212
Die Aufstellung der Kühlapparate . . . 212
Berechnung des Eis- und Wasserverbrauches zum Kühlen der Würze . . . . . . 212—214
Nachtrag zur Extrahirung des Hopfens . 214—216

Abbildungen.

Seite

Mycelium von Mucor Mucedo nach Tausig, Fig. 1a 3
Sporangium (Sporenbehälter), Fig. 1b 3
Eurotium herbarium nach Oerstedt, Fig. 2 . . 2
Penicillium glaucum nach Oerstedt, Fig. 3 . . 4
Ustilago Carbo nach Oerstedt, Fig. d, a, b, c. . 6
Keimende Wintersporen von Puccinia graminis nach Oerstedt, Fig. 5 8
Accidium Berberidis, Fig. 6 9
Erysiphe communis nach Oerstedt, Fig. 7 . . 10
Spaltpilze, stark vergrössert (500mal), Fig. 8 . 14
Gerstenwaschmaschine von B. W. Linden, Fig. 1 und 2 90
Darre von J. Ullrich in Pfungstadt, ... 110
Malz-Entkeimungs-Apparat von E. Mayer in Ulm 122
Kugelfarbmalz-Röster von E. Wamsler in München 123
Glas zur Bestimmung der Farbe, Fig. 1 . . . 130
Bürette, Fig. 2 130
Filter, versch. Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 . 133—134
Exsicator, Fig. 8 134
Retorte mit Kühler, Fig. 9 134
Mohresche Quetsch-Handbürette, Fig. 10 . . . 135
Reischauers Sternapparat, Fig. 11 137
Trockenapparat, Fig. 12 138
Verbrennungsofen, Fig. 13a 139
Ammoniakabsorptionsgefäss von Varrentrapp Will, Fig. 13 139
Aufstellung des Maisch- u. Läuterbottichs, Fig. 14 150
Läuterapparat von Ing. Welz, Breslau, Fig. 15 . 151
Sudhaus-Einrichtung v. Mayer u. Co., Ulm, Fig. 16 153
Deinhardt's Braupfanne 176. 207
Gustav Hellers Apparat zum Hopfenextrahiren . 215
Dampfkochsysteme v. C. Zimmer, Frankfurt a/M. 216

Alphabetisches Sachregister.

A.

Seite

Abläutern 167
Abmaischen 166
Abmaischtemperatur 166
Abzugbier, Hopfenzusatz 170
Albuminoide der Würze 172
Ale, Hopfenzusatz 170
Asparagin-Zsammensetzung 35
Analyse des Reises 195
» des Maises 196
» der Gerste 196
» der Kartoffeln 197
» des Malzes 107, 118
» der Diastase 161
» der Eiweisskörper 161
» der Träber 143
» des Farbmalzes 124
» des Würzextraktes 154
» der Vorderwürze 169
» der Nachwürze 169
» der Weichwasserasche 85, 86
» der Malzasche 119
» der Gerste 118
Analysische Chemie, Begriff derselben 132
» » Auswaschen 133
» » Trocknen 134
» » Titration 134
» » Destillation 134
» » Filtration 132
ç » Reagentien 135
» » Auflösung 132
Anschwänzen 167
Apparate zum Waschen der Gerste . . . 89, 90
» zur Destillation 134
» Sternapparat von Reischauer zur Bestimmung des Zuckers 137
» zur Bestimmung von Stickstoff . . . 139
» zum Putzen und Entkeimen des Malzes 122
» zur Extrahirung des Hopfens . . . 215
» zum Trocknen 138
Aroma des Malzes 105, 106
Aschenbestandtheile der Würze 169
» bestimmung im Malz 142
Athmung der Keimenpflanzen 36
Aufwärtsmaischen 179

B.

Bier, Zusammensetzung nach der Gährung . . 200
» mit Dampf gekocht 204
» über freiem Feuer gekocht 204
Blattkeimbildung, Menge desselben durch das Mälzen 115
Brauprocess 149
Brauverfahren für Dampfkochung von Zimmerer 205
» Berechnung des Feuermaterial-Verbrauchs 207, 211
» bayer. Dickmaischmethode . 181, 187
» Extraktausbeute - Berechnung 188, 189
» Infusionsmethode 190
» gemischtes 189
» Wahl desselben 179
» Lautermaischmethode 180
» Aufwärtsmaischen 179
» Lautermaischmethode nach Habich 181
» Dickmaischmethode allerlei Regeln 183, 184
» » » » Vereinfachung nach Balling 185
» Kesselmaischung nach Heiss . . 185
» Englische Methode nach Unsöld . 185
» Dickmaischmethode nach Flühler 185
» das Pfannenmaischen nach Jericka 185, 186
» Gemischtes nach C. Michel . . 186
» Einfluss der einzelnen, auf die Zusammensetzung der Würze und Extraktausbeute 187
Brandpilze 6, 7
Bernsteinsäure, Zusammensetzung derselben . . 46
Buttersäuregährung 62
Bockbier, Hopfenznsatz 170

C.

Caaragheenmoss 177
Cristalisation, Begriff derselben 132

D.

Dampfheizung von Meyer u. Co., Ulm . . . 152
Dampfbier-Brauverfahren 202
Dampfkochsystem von K. Zimmerer 204
Destillation 134
Dextrine, versch. 162
Dextrin- und Zuckerbildung 129
Darre mit Jalousien 106
Darrentemperatur, verschiedene 109, 113
Darren, Praxis desselben 107
Darren des Malzes, Allgemeine Regeln . . . 107
Darre mit 2 Horden von I. Ulrich 110
Darren, Heizmaterial-Verbrauch 113, 114
Darre, Temperatur auf der Jalousiendarre . . 109
Diastasegehalt im Malz 117
Diastase, Gegenwart derselben im Getreidę . . 37
Diastase, Analyse derselben 161

Seite

Dextrinbestimmung 138
Dextringehalt im Malz 116
Dickmaischmethode, bayerische . . 186, 181, 184
» Nachtheile derselben . . . 184
» nach Balling 185

E.

Essigsäuregährung 60
Eiweisssubstanz im Malz 119
Entkeimung des Malzes 121
Extraktgehalt, Bestimmung im Malz 127

F.

Farbmalz und Analyse desselben 123, 124
» Surrogate 124
Farbenbestimmung der Würze 129
Fettgehalt der Gerste 115
» im Malz 115
Fettverminderung durch das Mälzen 115
Fermenttheorie 53
Fermente, ungeformte 43
Filtration 132
Filter, glattes 133
» faltenförmig 133
Filtrirpapier 133
Filtriren des Wassers 91

G.

Gährung, Theorie derselben 40
» Definition derselben 44
» verschiedene Momente, welche auf dieselbe einzuwirken vermögen 47
Gährungsmanual 191, 193
Gährung, Einwirkung der Salze, Gifte und Antiseptika 49
» unaufgeklärte Störungen 49
» verschiedene Theorien . . . 50, 52
» Alkohol 49
» Produkte derselben 46, 49
» Zersetzungstheorie nach Liebig . . . 52
» Fermenttheorie 53
» milchsaure 61
» buttersaure 62
» schleimige 62
» faulige 63
» geschichtliche Notizen 49, 51
» geistige 50
» essigsaure 60
» die im Magen 50, 60
Gährungstheorie, die von Nägeli 56
Gerste, Beurtheilung derselben 66, 70
» Aufbewahrung derselben 74
» vom Einquellen 78
» Entziehung 81
» Substanzentziehung derselben . . 81, 82

Seite

Gerste, Untersuchung der org. Substanz, welche durch die Quellung entzogen wird 82, 83
» Waschapparat 89, 90
» äussere Bedingung des Keimens . . . 93
» Weichen derselben in Bayern, resp. München 96
» Einfluss der Keimung auf die Bestandtheile derselben 94, 95
» Eiweisstoff-Substanzen 118
» stickstoffhaltige Substanzen 119
» ungarisches Mälzungsverfahren 100
» Behandlung einer geringeren Sorte . . 101
» beregnete, Behandlung derselben . 101, 102
» Blattkeimbildung, Einfluss auf die Auflösung 97
» ausergewöhnliche Behandlung während des Keimens 100
» Gewichtsveränderung durch das Mälzen 114
» Wassergehalt der geweichten 115
» Volumenveränderung 114, 115
» Stoffveränderung durch dass Mälzen . . 115
» als Farbmalzsurrogat 124
Gemischtes Brauverfahren 189
Getreide, reinigen desselben 77
Gussführung . . . . 157, 187—188
» Schüttung, Extraktausbeute-Berechnung 154, 157

H.

Habich's Lautermaischmethode 181
Hopfen, Beurtheilung . . . . 71—74
» Bitterstoff . . . . 171—173
» einmal gekocht . . . . . . 174—176
» Auswahl . . . . , ... 174
» Alkoholextrakt 174
» Aetherextrakt 174
» fünfmal gekocht 176
» Sparsystem . . . . 174—175
» Extraktgehalt einmal gekocht . . . 176
» » fünfmal gekocht . . . 176
» Pfanne von Deinhart . . , . 176. 207
» Wasserextrakt . . . . 173—174
» Koch-Methode nach Deinhart 206
» Extrakt des frischen Hopfens 174
» Quantum für ein Hektoliter Würze . . 170
» » » » Centner Malz . . . 170
» Auswahl und Werthbestimmung . . 71—74
» Aufbewahrung 75
» Dauer des Kochens mit Würze . . . 171
» Einfluss desselben auf das Bier . . . 172
» Extrahirung nach Jerika 171
» » nach Keller 215
» Eigenschaften desselben 173
» wichtige Bestandtheile desselben . . . 171

Seite

Hopfen, Kochen desselben mit Würze . . 169, 170
» Beurtheilung . . . . 71—74
» Untersuchung nach Haberland . 73—74

J.

Infusionswürze, Dextrin- und Zuckergehalt . . 165
Jodreaction 129
Jungbier, Hopfenzusatz 170
Infusionsmethode 179, 190, 191

K.

Keimling . . . . 24—28
Keimprozess 92
Keimfähigkeit der Gerste 93
Keimung, Temperatur derselben . . . 93—94
» Einfluss des Lichtes . . . . 40—94
» Wärmeentwicklung 36
» Bedingungen, unter welchen dieselbe von Statten geht 92, 93
» Verhalten stickstofffreier Verbindungen 37
» Einfluss der Temperatur auf dieselbe . 39
» aussergewöhnl. Behandlung derselben . 100
Keim-Bildung, Vorgänge während derselben 93—95
Keimung-Einfluss auf die Bestandtheile der Gerstensubstanz 94
Keimung des Getreides, äussere Bedingung desselben 93
» Verhalten stickstoffhaltiger Verbindungen 34
» Athmung 36, 37
Klärmittel für die Würze 177
» Carragheen-Moos, Kalbsfüsse, Tannin, kalter, wässeriger Malzauszug, Kochsalz 177
Kesselmaische nach Jerika 185, 186
Kartoffel 197
» Analyse 197
» Stärkemehl 198
» Stärkezucker 199
Kühlapparat, Aufstellung desselben 212
Kochen der Würze mit Hopfen, Einfluss derselben 170
» der Maische 166

L.

Lakmuspapier, blaues und rothes 135
Lagerbier Hopfenzusatz 170
Lautermaischmethode 180
Löslichkeit der Malzsubstanzen 116
Läuterapparat . . . . 150—151
Liebig's Zersetzungstheorie 52
Lichteinfluss auf die Keimung . . . . . 40—94

M.

Malz, Aschenbestandtheile . . . . . . 117—119
» Bestandtheile in Alkohol löslich 117
» Fettgehalt 115
» Im Wasser lösliche Bestandtheile . . . 116
Malz, Zuckergehalt 116
» Dextringehalt 116
» Stickstoffgehalt 117, 119
» Trebergehalt 117
» Diastasegehalt 117
» Säuregehalt 117
» Extrakt desselben 117
„ Eiweisssubstanz 119
» Aufbewahrung 121
» Eigenschaften 120
» Putzen und Entkeimung 121, 122
» Bereitung aus Waizen 122
» Darren für bayerisches Bier 108
» für Wienerbier 111
» für böhmisches Bier 113
» Fettbestimmung 141
» Säuregehalt und Säurebestimmung . 141, 142
» Aschegehaltbestimmung 142
» Schrotten desselben 154
» Schüttung 154
» Dextringehalt 163
» Untersuchung 124
» Hectolitergewicht 126
» Wassergehalt 127
» Extractgehalt . . . . 127—129
» Zeitdauer der Extractifikation 129
» Auszug, kalter, als Klärmittel 177
» Surrogate 194
» Würze, reine 199
» Analyse der Würze 200
» Bereitung 77
» » Grundprincipien derselben . . 97
Mehlthaupilze 10, 11
Mucor Mucedo, Köpfchenschimmel 2
Malz, Bereitung, allgemeine Regeln 98
Maltosebestimmung 137
Maische, Kochen derselben 166
Malz, Menge der Blattkeime 115
» » der Wurzelkeime 115
Mais 195, 196
Malzwürze 199
Maischen 159
Maischruhe 166
Maischtemperatur 166
Märzenbier 170
Malz, Löslichkeit in Alkohol 116
» Treber 142, 143
» Untersuchung auf äussere Beschaffenheit Aroma und Zustand des Mehlkörpers . . 126

N.

Nachguss 167

P. Seite

Pasteur Sauerstoff-Entziehungstheorie 55
Peptongehalt der Würze 131
Pfannenmaische nach Jerika 186
Penecilium glaucum 2
Porter Hopfenzusatz 170
Praxis des Darrens 107
Puccinia granninis 8
Putzen des Malzes 121

Q.

Quellung und Keimung der Samen . . . 24—40
Quellungsmediums-Einfluss auf den Quellungsprocess 31, 32
Quellung und Wasseraufnahme der Gerste . 79—81

R.

Reagentien 135
Rohstoffe, Aufbewahren derselben 75
Reis, Anwendung als Zusatz 196
Reissurrogate 195
Reisanalyse 195
Reis und Malzwürze 199
Reis, Allgemeines 194
Resummé über Extractausbeute bei verschiedenen Brauverfahren 193
Rohstoffe, Auswahl derselben 65
Rohfruchtbrauerei 194
Rohstoffe, Einkauf derselben 65
Rostpilze . . . . 7—10

S.

Samen, Volumenzunahme durch das Quellen 81—30
» Austritt von Mineralatoffen beim Quellen 33
» Keimung und Quellung . . . 81, 24—26
» stickstofffreie Reservestoffe 26
Salvator, Hopfenzusatz 170
Sauerstoff-Entziehungstheorie von Pasteur . . . 55
Säurebestimmung 141, 142
Steinbrand 6
Schmierbrand 6
Schleimige Gährung 62
Schimmelbildung 102, 103
Schimmelpilze, Existenz 5
Stärkezucker, Malzwürze 199
Schroten des Malzes 154
Schüttung 154
Stickstoffgehalt des Würze-Extrakts . . 140, 172
Stärkezucker-Analyse 200
Sudhaus-Einrichtung nach Welz . . . . 149—151
» » für indirekte Dampfheizung von E. Mayer & Comp., Ulm 152, 153

Seite

Sublimation 134
Schwelken des Grünmalzes 103
Schimmelpilze . . . . 1—6
Spaltpilze . . . . 13—16
Sprosspilze . . . . 11—16

T.

Tabelle zur Berechnung der Würzeverdünnung . 178
» über die Veränderung der Gerstensubstanz durch das Mälzen 118
Tannin als Klärmittel 177
Temperatur der Einmaischung 159, 160
» der Keimung 93, 94
Technologie, Begriff derselben 1
Titration 134
Titrirmethode 135
Trebergehalt des Malzes 117
Treber-Untersuchungen . . . . 142—144
Trockenschrank und Trocknen . . . . 134—138

V.

Verzuckerungs-Temperatur 161
Verkleisterungstemperatur 160
Volumination 134

W.

Wasser, Untersuchung über den Einfluss auf Gerste . . . . 83—85
» Aufnahme und Quellung der Gerste 79. 80
» zum Einquellen 78, 79
» Filtiren desselben 91
» Verbrauchsberechnung zum Kühlen der Würze . . . . 212—214
» Gehaltbestimmung im Malz . . 126—127
Weichwasser, Untersuchung desselben . . 83—85
» Einfluss auf die Keimung . 86—88
» Einfluss der Zufügung verschiedener Salze . . . . 88—89
» Beschaffenheit der dadurch entzogenen Substanzen . . . 85—86
Würze, gekocht über freiem Feuer 203
» Dextringehalt derselben 138
» Extraktzusammensetzung derselben . . 154
» Aschenbestandtheile derselben 169
» Kochen mit Hopfen 169
» Stickstoffgehalt 172
» Kühlung derselben 211

Z.

Zuckerbestimmung 136
Zuckergehalt der Würze 165

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Michel, Carl,

Lehrbuch der Bierbrauerei nach dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft und Praxis unter Zugrundlegung seiner eigenen Versuche und Erfahrungen

Bd.: III

1883

Oecon. 1242 k-3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11661285-6